

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Наука
Москва
1984

Редакционная коллегия: Н. Т. АБРАМОВА (ответственный редактор), В. И. КРЕМЯНСКИЙ, А. А. КРУШАНОВ, М. М. НОВОСЕЛОВ, Г. И. РУЗАВИН, А. Д. УРСУЛ

Книга посвящена рассмотрению содержания современной научно-технической революции, вопросам взаимосвязи естественных и технических наук, раскрытию основных понятий, законов и тенденций в техническом знании. Рассмотрены методологические проблемы соотношения прикладных и фундаментальных исследований, планирования и управления развитием новой техники, проектирования, специфики инженерного вида деятельности, организации решения технических задач на базе информационно-вычислительной техники.

— 1 —

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСНОВАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ЗНАНИИ

ПОНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ И ИХ РАЗВИТИЕ

Я. Е. СТУЛЬ, К. Н. СУХАНОВ

В последнее время появилось немало работ, посвященных анализу технического знания на таком уровне его организации, как техническая наука¹. В этих работах рассмотрены вопросы возникновения технических наук, их предмета, специфики, строения, закономерностей развития, методологии и классификации, их связи с естественными и общественными науками и др. Относительно мало внимания в этих работах уделяется исследованию понятия технического знания². Между тем явно выраженная тенденция к повышению логико-теоретического уровня технических наук, логических основ преподавания технических дисциплин делает необходимым исследование технического знания на уровне отдельных форм мышления, и прежде всего на уровне понятий. **Нужно** в общем виде исследуются проблемы специфики, классификации и развития понятий технического знания.

Некоторые особенности понятий технического знания

Термином «понятие» в науке обозначаются различные по своему уровню формы знания: любое отвлечение (абстракция), в том числе в виде словесно выраженного, но аналитически не расчлененного общего представления об объектах определенного класса; мысленное отображение класса объектов в форме аналитически расчлененной совокупности основных, общих, существенных признаков, вместе необходимых и достаточных для выделения данного класса объектов из множества других предметов познания; конкретное, всестороннее, целостное воспроизведение какого-либо предмета «как богатой совокупности, с многочисленными определениями и отношениями» (К. Маркс) и др.³

АН СССР
Институт философии
ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Наука
Москва
1984

Редакционная коллегия: Н. Т. АБРАМОВА .
(ответственный редактор), В. И.
КРЕМЯНСКИЙ, А. А. КРУШАНОВ, М. М.
НОВОСЕЛОВ, Г. И. РУЗАВИН, А. Д.
УРСУЛ

Книга посвящена рассмотрению содержания
современной научно-технической
революции, вопросам взаимосвязи
естественных и технических наук, раскрытию

основных понятий, законов и тенденций в техническом знании. Рассмотрены методологические проблемы соотношения прикладных и фундаментальных исследований, планирования и управления развитием новой техники, проектирования, специфики инженерного вида деятельности, организации решения технических задач на базе информационно-вычислительной техники.

———— 1 ————

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСНОВАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ЗНАНИИ

ПОНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ И ИХ РАЗВИТИЕ

Я. Е. СТУЛЬ, К. Н. СУХАНОВ

В последнее время появилось немало работ, посвященных анализу технического знания на таком уровне его организации, как техническая наука'. В этих работах рассмотрены вопросы возникновения технических наук, их предмета, специфики, строения, закономерностей развития, методологии и классификации, их связи с естественными и общественными науками и др. Относительно мало внимания в этих работах уделяется исследованию понятия технического знания². Между тем явно выраженная

тенденция к повышению логико-теоретического уровня технических наук, логических основ преподавания технических дисциплин делает необходимым исследование технического знания на уровне отдельных форм мышления, и прежде всего на уровне понятий. **Ниже** в общем виде исследуются проблемы специфики, классификации и развития понятий технического знания.

Некоторые особенности понятий технического знания

Термином «понятие» в науке обозначаются различные по своему

уровню формы знания: любое отвлечение (абстракция), в том числе в виде словесно выраженного, но аналитически не расчлененного общего представления об объектах определенного класса; мысленное отображение класса объектов в форме аналитически расчлененной совокупности основных, общих, существенных признаков, вместе необходимых и достаточных для выделения данного класса объектов из множества других предметов познания; конкретное, всестороннее, целостное воспроизведение какого-либо предмета «как богатой совокупности, с многочисленными

определениями и отношениями» (К. Маркс) и др. ³

5

С широкой, диалектической точки зрения отмеченная многогранность характеристики понятия является положительным моментом, поскольку позволяет, например, рассмотреть развитие понятия от простой формы абстракции к форме аналитически расчлененного отражения основных специфических признаков объектов, а затем к форме конкретного всестороннего, целостного воспроизведения предмета познания. Однако

подобный подход к изучению понятия как формы мышления не исключает, а скорее предполагает логико-теоретический анализ структуры научного знания на основе выделения таких его элементов, как термины, высказывания, выводы. В целях сохранения этой связи мы будем рассматривать понятие только как такую форму мышления, языковым выражением которой являются отдельные слова и словосочетания. Понятием в этом смысле будет считаться любая мысленная абстракция и любое мысленное отражение различных классов объектов в форме

аналитически расчлененной совокупности основных, общих, существенных признаков их элементов.

Специфика понятий технического знания обуславливается в первую очередь спецификой предмета отражения — технических объектов и технологических процессов.

Сравнение объектов технического знания с объектами иного знания показывает их определенную общность, распространяющуюся, в частности, на такие черты, как наличие субстратно-субстанциального и атрибутивного уровней, структурности,

системности, организованности и др. Такие общие черты отражаются общенаучными понятиями «субстрат», «свойство», «структура», «система», «организация» и т. п. Разумеется, общие черты объектов технического, естественнонаучного и общест-веннонаучного знания отражаются также универсальными философскими категориями «материя», «движение», «причина», «следствие» и др. Общенаучные и философские понятия употребляются и в технических науках, но не выражают их специфики. Вместе с тем они помогают глубже, полнее осмыслить

содержание объектов технического знания и отражающих их понятий технических наук. Так, общее понятие информации как «разнообразия отражения»⁴ выступает в качестве мировоззренческо-методологической основы осмысления понятия информации, принятого в технических науках, где информация определяется как «сведения, являющиеся объектом хранения, передачи, преобразования». Вообще философские и общенаучные понятия в технических науках выступают в роли мировоззренческих и

методологических средств анализа и интеграции научно-технического знания.

6

Сравнение объектов технического знания с объектами других областей знания показывает также и специфику первых в сравнении со вторыми. Иногда эту специфику усматривают в какой-либо отдельной характеристике технических объектов и технологических процессов, как, например, в их двойственности в смысле соединения в них естественной, природной основы со свойством

искусственности, созданности человеком или в способности служить средством целесообразной деятельности человека и т. д.

Указанные свойства, несомненно, присущи объектам технического знания. Однако ни одно из них и ни одно какое-либо другое их свойство в отдельности не выражают адекватно специфику названных явлений:

единство естественного и искусственного присуще не только технике, но и произведениям искусства; способность служить средством целесообразной деятельности человека присуща не только техническим, но и некоторым

природным явлениям и т. д.

Специфика объектов технического знания является, по нашему мнению, комплексной характеристикой, выражающейся в совокупности основных свойств и особенностей: единстве естественного и искусственного, способности служить средством целесообразной деятельности человека, характере субстратно-субстанциональной основы, конструктивно-функциональном выделении и оформлении, характеризующих материал и процессы параметров, сопряжении материала и строения с функцией, согласованности

конструктивно-функциональной организации с возможностями человека по управлению и использованию техники, наличию особых качественных и количественных характеристик, естественнонаучных основ действия, определенных условий, порядка и организации работы, назначении, цели и сфере применения и др.

Специфика объектов технического знания определяет и специфику его понятий, прежде всего содержания последних. Содержание понятий технического знания замкнуто кругом указанных выше признаков объектов технического знания и их

вариаций, выражающих в комплексе как специфику названных объектов по сравнению с явлениями природы и общества, так и специфику различных классов объектов технического знания по отношению друг к другу. Понятия технического знания отличаются от понятий естественных и общественных наук специфическими элементами содержания. Так, понятия естествознания направлены на отражение признаков природных явлений как таковых. В содержание этих понятий не входят признаки, характеризующие технологию обработки, изготовления,

производства, конструктивную

7

структуру, назначение, цель, сферу применения. Конечно, при описании природных явлений для указания связи естественных наук с приложениями приводятся иногда сведения о целях, способах и сферах их использования. Однако для естественнонаучного познания эти «позиции» в структуре содержания его понятий не являются существенными и обязательными. Например, физическое понятие термоэлектрической эмиссии, фиксируя способность твердых и

жидких тел испускать электроны вследствие нагревания этих тел, не включает в свое содержание никаких сведений о назначении, цели, сфере применимости я т. п.

соответствующего физического явления. Подобные элементы содержания понятий появляются, однако, при переходе к такому понятию технического знания, как понятие электронной лампы (устройства, основанного на явлении термоэлектрической эмиссии). Здесь содержание понятия уже включает признаки, указывающие на конструктивно-морфологическую и функциональную структуру

(вакуумный баллон, два или более электрода), назначение (получение тока), цели (выпрямление переменного тока, усиление электромагнитных колебаний) и др.

Понятия технического знания отличаются от понятий естественнонаучного знания не только тем, что в их содержание включаются признаки, не входящие в содержание последних. Понятия технического знания специфичны также и в тех элементах содержания, которые на первый взгляд представляются одинаковыми с элементами содержания естественнонаучных понятий

(признаки, характеризующие состав или материал, качественные и количественные свойства и др.). В содержание понятий технического знания не входят признаки, характеризующие, например, качественные и количественные свойства объектов и процессов во всей их природной всеобщности и универсальности. В него включаются признаки, отражающие лишь те «отрезки» качественных и количественных свойств природных явлений, которые оказываются существенными для эффективного выполнения назначения и цели соответствующих средств

целесообразной деятельности человека. В физике, например, понятие чувствительности односторонней (вентильной) проводимости на границе соприкосновения двух полупроводников (один из которых характеризуется электронным, а другой — «дырочным» типом проводимости) к изменению температуры берется во всей всеобщности своего содержания, которое мы ради простоты сведем к признаку снижения проводимости при повышении температуры сверх обычной. Дело меняется, ко-

гда мы переходим к техническому понятию полупроводникового диода, действие которого основано на явлении односторонней проводимости. Для характеристики полупроводникового диода существенным является не общее физическое представление о чувствительности вентильного действия к изменению температуры, но представление об «отрезке» слабой зависимости вентильного действия от изменения температуры. Этот отрезок описывается техническим понятием «рабочий диапазон температур» (для разных типов полупроводников от —60 до

50-90° С).

Понятия технического знания сохраняют специфичность своего содержания даже в той его части, которая представлена признаками, характеризующими естественнонаучные основы действия и работы технических объектов. Если в понятиях естественнонаучного знания структуры, процессы, законы природы воспроизводятся в идеализированном, «чистом» виде, то в понятиях технических наук природные явления, на которых основано действие технических средств, берутся с известным

приближением к условиям их проявления в реальных материалах, конструкциях и т. п. В этой связи необходимо согласиться с утверждением, что понятия технического знания в меньшей степени абстрактны и идеализированы по сравнению с понятиями естествознания".

Практическая направленность технического знания порождает такое явление, как стандартизация содержания его понятий, которая закрепляется законодательно. Такая нормативность является одной из особенностей понятий технического знания. При этом следует, конечно,

иметь в виду, что стандартизация осуществляется на основе сопоставления множества различных предлагаемых определений и регулярно пересматривается по мере развития техники и технического знания.

Еще одной особенностью понятий технического знания является относительно быстрое изменение их содержания. За последние годы неоднократно пересматривалось, например, содержание таких технических понятий, как «качество», «надежность» и др. Понятия других наук (физика, математика, философия)

характеризуются большей стабильностью, что связано с большей их абстрактностью, с их опосредованным отношением к быстротекущей практике.

9

Логико-гносеологическая классификация понятий технического знания

Понятия технического знания весьма многочисленны. Это многообразие порождает потребность в систематизации и классификации понятий технического знания. Ниже дается общая логико-

гносеологическая классификация названных понятий. Принятая нами концепция классификации вкратце сводится к следующему. Понятия технических наук следует отграничить от понятий фундаментальных естественных наук. Даже если естественнонаучные понятия применяются в технических науках при описании объектов технического знания, их не следует включать в систему понятий технического знания. Точно так же не следует причислять к понятиям технического знания некоторые понятия социальных наук, применяемые, например, в

философском, экономическом, социальном анализе проблем развития техники, научно-технического прогресса и т. п. Поэтому первым шагом при классификации является подразделение понятий технического знания на классы с учетом типа отражаемых объектов (разделение по объекту отражения). Дальнейшее подразделение этих понятий производится с учетом особенностей содержания (разделение по характеру содержания), объема (разделение по характеру объема), а также их принадлежности к различным уровням познания

(разделение по уровням познания). В результате этого процесса, называемого в логике видоизменением признака, возникает общая логико-гносеологическая систематизация понятий технического знания.

Как известно, «объектом технических наук является сама техника, а если подходить несколько шире, то и технологические процессы»⁷. В соответствии с подразделением объекта технических наук на технику и технологию все понятия технического знания разделяются на понятия,

описывающие технические объекты, их свойства и отношения, и понятия, описывающие технологические процессы, их свойства и отношения. Первые понятия мы будем условно называть собственно техническими, вторые — технологическими, охватывая оба типа термином «понятия технического знания».

Объектом отражения для собственно технических понятий является техника как совокупность орудий человеческой деятельности, создаваемых для осуществления процессов производства и непроизводственных видов деятельности. К данному классу

понятий относятся понятия различных устройств (машин, аппаратов, приборов, приспособлений и т. д.), а также их систем и комплексов.

10

Объектом отражения технологических понятий является технология как совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояний, свойств, формы сырья, материалов и полуфабрикатов, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции. К этому роду понятий относятся

понятия различных технологических операций, приемов, процессов⁸ (механическая обработка, обработка резанием, обработка давлением, термическая обработка, сборка и т. д.).

В рамках каждого из указанных классов все понятия технического знания следует разделить на абстрактные и конкретные.

Абстрактные понятия технического знания отражают отдельные свойства и отношения технических объектов и технологических процессов, конкретные понятия воспроизводят технические объекты

и технологические процессы в совокупности их основных, общих, относительно существенных признаков, необходимых и достаточных для отличия явлений соответствующего рода от явлений другого рода.

В соответствии с выделенными в предшествующем разделе главными «определениями» технических объектов и технологических процессов абстрактные понятия технического знания подразделяются на семь основных видов. К первому виду мы относим понятия, отражающие субстратно-субстанциональный уровень техники

и технологии. В случае технических объектов сюда относятся, в частности, понятия «конструкционные материалы», «строительные материалы», «изоляционные материалы» и т. п. В случае технологических процессов к этому виду относятся, например, понятия «поверхностно-активные вещества» (из области химической технологии), «формовочные материалы» (из области технологии литейного производства) и др.

Ко второму виду абстрактных понятий технического знания мы относим понятия, описывающие морфологическую и

функциональную структуры технических объектов и технологических процессов. Элементы морфологической структуры технических объектов описываются понятиями «деталь», «узел», «звено» и др. В содержании этих понятий отражается подразделение технических объектов на подвижные и неподвижные части, дробность технических объектов. В частности, в понятии «деталь» подчеркивается предельная дробность технического объекта. К деталям, например, машин, механизмов, аппаратов, приборов относятся отдельные

составные части и их простые соединения в виде болтов, заклепок, валов, шестерен, цепей, подшипников и т. д. В понятии «узел» подчеркивается укрупненный по сравнению с деталями характер части технического объекта.

Элементы функциональной структуры технического объекта описываются понятиями «агрегат», «двигатель», «передаточный механизм», «рабочий орган». Понятие «агрегат» близко понятию «узел», но в нем явно подчеркнут

функциональный момент: агрегатом называют унифицированный узел, выполняющий определенную функцию. Еще более ясно выражен функциональный аспект в понятиях «двигатель» (источник энергии), «рабочий орган» (воздействие на предмет деятельности) и др.

В техническом знании существуют понятия, описывающие морфологические и функциональные элементы и структуры технологических процессов.

Морфологическими элементами технологических процессов в общем являются технологические операции. В рамках технологического процесса

технологические операции могут быть функционально однородными, как, например, разъемные и неразъемные соединения деталей в процессах сборки. В этом случае технологические операции выступают в качестве чисто морфологических элементов, образующих простую морфологическую структуру процесса. Вместе с тем они могут иметь и функциональные различия. Так, функциональный характер имеет различие между операциями обработки и сборки, с одной стороны, и операциями испытания и контроля в целях

экспериментального определения конструкционных и эксплуатационных свойств объекта — с другой. Связь такого рода функционально различных частей технологического процесса образует его функциональную структуру.

Понятия данного вида описывают не только морфологические и функциональные элементы, но и их связь. В этом плане механизм, например, описывается как совокупность подвижно соединенных звеньев, совершающих под действием приложенных сил определенные целесообразные движения и т. п.

К третьему виду абстрактных понятий технического знания мы относим понятия, описывающие качественные свойства объектов технического знания. Таковы понятия «конструкционные свойства», «эксплуатационные свойства», «качество», «надежность» и другие, характеризующие объекты с качественной стороны. Некоторые понятия этого вида имеют комплексный характер. Так, понятие «качество» применительно к автомобилю охватывает целый комплекс свойств: маневренность, комфортабельность, вместимость, грузоподъемность, прочность,

водонепроницаемость и др.

12

К четвертому виду абстрактных понятий технического знания относятся понятия, описывающие количественные характеристики техники и технологии. Таково, например, понятие «показатель качества», описывающее количественную характеристику входящих в состав качества свойств. Другим понятием этого вида является понятие «параметр». Сюда же относится понятие «характеристика» (графически выраженная зависимость между

величинами). Количественные понятия технического знания позволяют описать, оценить степень развития отдельных сторон технических объектов и технологических процессов, степень совершенства последних в целом.

Пятый вид абстрактных понятий технического знания образуют понятия, описывающие физические, химические и другие основы действия и работы технических средств. К этому виду относятся понятия «физическое содержание процесса», «химическое содержание процесса», «принцип действия», «принцип работы» и др. Так,

химическое содержание процесса производства пищевой соды воспроизводится химической формулой, описывающей образование пищевой соды при пропускании аммиака и углекислого газа через раствор поваренной соли. Действие такого технического средства, как высоковакуумный адсорбционный насос, основано на физическом явлении адсорбции (концентрировании веществ из газов или растворов на поверхности твердых тел или жидкостей под действием межмолекулярных взаимодействий и других сил).

Понятия данного вида являются

чрезвычайно важным элементом технического знания, поскольку через них осуществляется связь технических наук с фундаментальными естественными науками. Конечно, все понятия технического знания так или иначе связаны с естественнонаучным знанием, но понятия данного вида более непосредственно осуществляют эту связь на том уровне познания действительности, на котором отражается ее закономерный характер.

К шестому виду абстрактных понятий технического знания относятся понятия, описывающие

работу технических объектов и действие технологических процессов. Сюда включаются понятия «условия работы», «порядок работы», «рабочий цикл», «режим работы» и др.

К последнему, седьмому, виду абстрактных понятий технического знания мы относим понятия, описывающие использование технических объектов и технологических процессов.

13

Сюда входят понятия «назначение», «цель применения», «сфера

применения» и т. д. Понятия «назначение» и «цель применения» достаточно близки друг другу по содержанию, но между ними есть вполне определенное различие. Понятие «назначение» более непосредственно характеризует использование технического средства, тогда как понятие «цель применения» описывает конечный эффект использования. Так, амортизатор своим назначением имеет смягчение ударов в конструкциях машин и сооружений, а целью его применения является защита машин и сооружений от действия сотрясений и больших

нагрузок. Не 'требуется специального разъяснения понятие «сфера применения». Необходимо лишь отметить, что это понятие может сближать весьма различные технические объекты и разделять близкие. Такие устройства, как автомашинист и автопилот, имеют немало общего между собой, но различаются по сфере применения — один используется на рельсовом, а другой — на воздушном транспорте. В то же время такие различные устройства, как автомашинист и автосцепка, объединены сферой применения.

Конкретные понятия технического

знания своим содержанием охватывают все основные «Срезы» технических объектов и технологических процессов: субстрат, морфологическую и функциональную структуры, качественные и количественные характеристики, естественнонаучные основы и принципы действия, условия, порядок и организацию эффективной работы, назначение, цель и сферу применения. В качестве примера можно привести понятие «термоэлектрический катод» *°. В его содержание включаются признаки, характеризующие субстрат (вольфрамовый, молибденовый и т.

п.), морфологическую и функциональную структуры (металлическая пленка и подложка у пленочных катодов, слой активных веществ и керн у толстослойных катодов), качественные характеристики (устойчивость работы при высоких анодных напряжениях, долговечность, устойчивость к отравлению остаточными газами), количественные характеристики (удельная эмиссия, эффективность), физические основы действия (термоэлектрическая эмиссия), условия эффективной работы (диапазон рабочих температур,

обеспечивающих максимальную эмиссию при приемлемом сроке работы), назначение (получение тока), цель (обеспечение работы электронных выпрямительных, усилительных ламп и т. п.).

Деление технических понятий на абстрактные и конкретные отражает важную познавательную закономерность — движение знания от абстрактного к конкретному: познание действительности движется от созерцания и представления ре-

альных предметов как единств
многообразного к абстрактным
понятиям, отражающим отдельные
стороны конкретных, живых, целых
Явлений действительности, и от
последних — к целостному
воспроизведению конкретных
объектов мира в мышлении".
Целостное воспроизведение мира,
отдельных областей мира,
конкретных явлений в мышлении,
конечно, не может быть сведено к
формированию конкретных понятий.
В. И. Ленин писал, что попытка
введения в понятие всех частных
признаков единичных явлений ведет
к эклектизму и свидетельствует об

элементарном непонимании смысла науки ¹². Однако формирование конкретных понятий вообще и конкретных понятий технического знания в частности является существенным моментом целостного мысленного воспроизведения действительности. Здесь особая роль принадлежит конкретным понятиям технического знания, фиксирующим такую совокупность признаков технических объектов и технологических процессов, которая необходима и достаточна для отличения технических средств одного рода от объектов (в том числе технических) другого рода.

Конкретные и абстрактные понятия технического знания по объему подразделяются на общие и единичные. Общие понятия относятся ко многим сходным техническим объектам и технологическим процессам, их объем состоит более чем из одного элемента. Единичные понятия относятся к одному объекту, их объем является одноэлементным классом. Подавляющая часть понятий технического знания относится к разряду общих, хотя нередки и единичные понятия (как, например, понятие «единая энергетическая система европейской части СССР»).

Роль общих понятий, технических в частности, вытекает из того, что «всякое действительное, исчерпывающее познание заключается в том, что мы в мыслях поднимаем единичное из единичности в особенность, а из этой последней во всеобщность» ". Этот подъем к общим и всеобщим понятиям является средством познания объективных законов, поскольку в природе и технике закон выступает в качестве объективной формы всеобщности.

Степень общности понятий технического знания весьма различна. Некоторые понятия своим

объемом укладываются в предметные области отдельных технических наук и дисциплин (понятия электротехники, технической гидравлики и т. п.), другие распространяются на всю область техники и технологии и являются общетехническими понятиями, категориями техники. К последним относятся, в частности, понятия общетехнических наук и дисциплин".

15

В зависимости от уровня познания все понятия технического знания подразделяются на эмпирические и

теоретические в соответствии с делением научных терминов на термины наблюдения и теоретические термины". Имей в виду всю область так называемых прикладных наук, в которую включаются и технические науки, академик А. И. Ишлинский отмечает, что законы, формулируемые в прикладных областях, «как правило, базируются на экспериментальных данных»¹ в и, таким образом, близки к типу эмпирических законов. Такого рода законы, устанавливаемые в технических науках, формулируются с использованием эмпирических

терминов, смысл которых устанавливается на основе данных наблюдения, измерения и т. п. Технические понятия, выступающие в роли смыслов эмпирических терминов, мы и называем эмпирическими. Примером эмпирического понятия может служить техническое понятие «матовая бумага», фиксирующее отсутствие способности зеркального отражения световых лучей, или понятие «тисненная бумага», фиксирующее морщинистость поверхности и повышенную удлиняемость до разрыва", и др.

Техническое знание, разумеется, не

ограничивается эмпирическим уровнем. В технике «приходит конец старым и непроизводительным методам голого экспериментирования, которые до сих пор используются инженерами и конструкторами. Наступило время новых научных методов исследования, в основе которых лежит научный взгляд на естественные явления»¹⁸. Одним из направлений повышения теоретического уровня современного технического знания является его математизация, развитие теории на основе применения абстрактных идеализированных объектов

современной математики. Уже самый низший уровень математизации — простая математическая обработка эмпирических данных — связан с введением определенных идеализированных математических моделей технических объектов и процессов, на основе которых формируются теоретические понятия технического знания, смыслы теоретических терминов. Содержание этих терминов устанавливается не простым наблюдением, а на основе применения различных логико-математических операций (расчет, вычисление и т. п.). В этом смысле

уже такие понятия, как «коэффициент трения», «натяжение», «внутреннее сопротивление триода» и т. д., относятся к классу теоретических понятий. Теоретические понятия технического знания используются, в частности, для формулировки, обоснования теоретических законов техники.

16

На основе последовательно проведенного подразделения понятий технического знания по объекту отражения, характеру содержания и объема, уровню

познания нетрудно обрисовать получающуюся единую логико-гносеологическую классификацию . соответствующих понятий. Эта классификация будет включать шестнадцать основных общих видов понятий технического знания: собственно технические конкретные единичные эмпирические понятия, собственно технические конкретные единичные теоретические понятия, собственно технические конкретные общие эмпирические понятия, собственно технические конкретные общие теоретические понятия и т. д. Получающаяся система, разумеется, не является полной, исчерпывающей,

однако она выделяет в логико-гносеологическом плане наиболее важные виды понятий технического знания.

Развитие понятий технического знания

Понятия технического знания, как и все другие понятия науки, развиваются". Если иметь в виду становление новых понятий технического знания, то можно выделить два источника и два пути этого становления. Первый из них связан с введением в науку новых понятий технического знания на основе обобщения, осмысления

практики создания и эксплуатации новых технических объектов и технологических процессов. Известно, что развитие новой техники в определенных границах может осуществляться эмпирически, на основе накопленного практического опыта. Осмысление опирающейся на эмпирические наблюдения практики создания и использования новых технических средств исторически было первой формой введения новых понятий технического знания. Историки техники отмечают, например, что эмпирическое наблюдение действия скрытой силы упругости,

проявляющегося, в частности, в стремительном возвращении случайно отогнутой ветки в исходное естественное положение, послужило (могло послужить) исходным пунктом изобретения пружинных ловушек и лука²⁰. Лишь после этого на основе длительной практики изготовления и использования пружинных ловушек и лука сформировались и понятия этих технических средств. Точно так же эмпирические наблюдения за действием ветра на пламя костра привели к практическому использованию воздушных потоков, движущихся по склонам холмов, для

организации теплового режима в специально вырытых на склонах холмов печах, предназначенных для плавки руды". На основе длительной практики создания и использования подобных сооружений в технику было впервые введено понятие сыродутной рудоплавильной печи. Примеры/подобного пути становления новых понятий технического знания весьма многочисленны.

17

С развитием науки появляется и другой путь становления новых понятий технического знания,

начинающийся с открытия
естествознанием новых явлений,
процессов, законов природы. Этот
путь особенно характерен для
условий современной научно-
технической революции, когда
появление принципиально новых
естественнонаучных теоретических
представлений закономерно
перерастает в создание качественно
новых видов техники — атомно-
ядерной, электронной,
полупроводниковой, лазерной,
космической и др.— и ведет к
возникновению новых понятий
технического знания. По отношению
к техническому знанию здесь

проявляется та функция естествознания, которую П. Л. Капица выразил словами: большая наука «всегда двигала и будет двигать техническую мысль»²².

Становление новых понятий технического знания на этом, втором, пути проходит ряд специфических стадий: возникновение идеи (догадки) технического использования новых данных науки, экспериментальное подтверждение принципиальной возможности такого использования, разработка теоретических представлений с целью

проектирования и расчета соответствующих технических средств, разработка технологических схем их применения, окончательная отработка новых понятий на базе создания и использования самих технических средств.

Примером данного пути становления новых понятий технического знания является формирование понятия «гидростатическое прессование». Физические исследования влияния высоких давлений на свойства материалов подсказали идею использования жидкости высокого давления для обработки материалов, в частности металлов.

Эксперименты, поставленные П. Бриджменом и другими исследователями, выявили характер и закономерности влияния высокого гидростатического всестороннего давления на свойства материалов ²³, которому было дано объяснение на основе представлений, выработанных на стыке теорий прочности и пластичности, термодинамики, математической теории дислокации. Далее были разработаны технологические схемы использования высокого гидростатического давления с целью «облагораживания» свойств материалов и их обработки, были

сконструированы и созданы соответствующие машины для обработки материалов под высоким гидростатическим давлением. В итоге в технике появилась целая система новых понятий — «гид-

18

ростатическое прессование», «гидростатический пресс», «газостат» и др., описывающих процесс гидростатического прессования и машины для его осуществления². История техники дает многочисленные свидетельства того, что многие новые понятия технического знания формировались

таким или близким образом ".

Развитие понятий технического знания не сводится к введению новых понятий. Оно включает в себя углубление, обогащение, уточнение содержания соответствующих понятий. В особенности важную роль здесь играет постепенное приближение содержания понятий технического знания к совокупности признаков, вместе необходимых и достаточных для выделения технических объектов и процессов определенного рода из всего множества объектов познания. Только посредством таких полных, зрелых понятий в конечном итоге

может быть реализована главная задача теории (в том числе технической) — «дать объект в его необходимости, в его всесторонних отношениях»... 2в .

Уточнение и обогащение понятий технического знания можно проиллюстрировать на примере развития понятия «авиационный двигатель» за последние полстолетия. Более сорока лет назад содержание этого понятия явно связывалось лишь с такими признаками, как высокая мощность, большая компактность (количественные характеристики),

малый вес (количественная характеристика, подразумевающая ссылку на материал — легкие тугоплавкие металлы и сплавы) ⁿ .

Спустя двадцать лет в содержание этого понятия были включены признаки надежности (качественная характеристика), установимости на летательных аппаратах (область применения) , создание необходимой для полета летательного аппарата тяги (назначение и цель), характер создаваемой силы (принцип работы) ²⁸ .

Еще через двадцать лет содержание этого понятия под влиянием технической практики было существенно уточнено

введением признака, отличающего авиационный двигатель от ракетного: авиационный двигатель имеет своим назначением приведение в движение аппаратов, летающих в околоземном воздушном пространстве²⁹. В результате содержание понятия авиационного двигателя было выведено на тот уровень научности, который соответствует познанию совокупности необходимых и достаточных признаков данного класса технических объектов.

19

Развитие понятий технического знания проявляется также в их

обобщении, в расширении их объема. С содержательной стороны обобщение понятий технического знания отражает процесс открытия одинаковых, близких свойств у все более широкого круга технических объектов и технологических процессов. Первоначально сварка, например, трактовалась как процесс неразъемного соединения металлических изделий путем местного их нагревания до расплавленного или тестообразного состояния³⁰. Дальнейшее развитие практики и теории сварки показало, однако, ограниченный характер первоначального понимания.

Первоначальное понятие «сварка» было обобщено за счет снятия признаков, указывающих на специфическую природу свариваемых частей (металлические изделия) и способов осуществления сварки". Аналогичным образом в последние десятилетия обобщались понятия надежности и многие другие. Следует отметить открытость большого числа понятий технического знания для дальнейшего обобщения. Это можно объяснить тем, что они ориентированы на отражение множества практически осуществленных, а не вообще

принципиально осуществимых технических объектов и технологических процессов. В силу этого обстоятельства их общность имеет более эмпирический, чем логико-теоретический характер.

Развитие понятий технического знания состоит также (и это особенно характерно для современного этапа технического познания) в переходе от интуитивно мыслимого — на основе общих представлений содержания к логически устанавливаемому — на основе определений содержания понятий технического знания. Итоги этого развития иллюстрируют

многочисленные государственные стандарты на техническую терминологию.

В развитии понятий технического знания имеет место важная закономерность: резкий качественный скачок в развитии новой области или нового направления техники приводит не только к появлению новых понятий, относящихся к данной области техники, но и к существенному обогащению, развитию многих понятий смежных областей технического знания. Создание, например, атомной техники привело к существенному обогащению,

развитию многих «традиционных» понятий технического знания, таких как «хронометр» (изобретены атомные часы), «электростанция» (созданы атомные электростанции), «энергетическая машина» (сконструированы ядерные силовые установки), «морское судно» (построены атомоходы) и др. Это свидетельствует о том, что стержневой момент развития понятий технического знания определяется основными тенденциями развития производительных сил общества, направлением технического прогресса. Именно потому

автоматизация и кибернетизация техники, освоение новых источников энергии, создание и использование новых материалов, возникновение космической техники и другие направления качественного изменения современной техники справедливо рассматриваются как революционизирующие всю современную технику и все техническое знание в целом.

20

¹ См., в частности: Некоторые методологические проблемы технических наук.— Тр. Моск. станкоинструментального ин-та, 1969, вып. 1, ч. 1; 1971, ч. 2; Научно-

техническая революция и некоторые методологические проблемы технических наук. Л., 1970; Наука и техника: (Вопросы истории и теории). Л., 1971, вып. 4; 1972, вып. 7; 1973, вып. 8; Взаимосвязь технических и общественных наук. Л., 1972; Специфика технических наук. Л., 1974; Взаимосвязь естественных и технических наук. М., 1976; *Иванов Б. П., Чешев В. В.* Становление и развитие технических наук. Л., 1977; и др.

- ² См., например: *Шеменев Г. И.* Некоторые методологические проблемы технических наук.— Тр. Моск. станкоинструментального ин-та, вып. 1, ч. 1; *Иванов Б. И., Чешев В. В.* Становление и развитие технических наук, гл. 5, § 2.

- ³ См.: *Войшвилло Е. К.* Понятие. М., 1967, с. 101—117.

- 4 *Урсул А. Д.* Проблема информации в современной науке. М., 1975, с. 29.
- 5 Элементы технической кибернетики: Терминология. М., 1968, вып. 77, с. 8.
- 6 См., например: Некоторые методологические проблемы технических наук.— Тр. Моск. станкоинструментального ин-та, вып. 1, ч. 1, с. 70.
- 7 *Мелещенко Ю. С.* Техника и закономерности ее развития. Л., 1970, с. 93.
- 8 Подробнее см.: Процессы технологические: (Основные термины и определения). ГОСТ-31109-73. М., 1973.
- 9 См.: Качество продукции: (Термины). ГОСТ-15467-70. М., 1974, с. 2.

- ¹⁰ См., например: Физический энциклопедический словарь. М., 1962, т. 1, с. 287—290. "См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 726—728.
- ¹² См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 5, с. 142.
- ¹³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 548—549.
- ¹⁴ Подробнее об общетехнических науках см.: Волосевич О. М., Мелещенко Ю. С. Технические науки и их место в системе научного знания.— В кн.: Методологические проблемы взаимосвязи и взаимодействия наук. Л., 1970.
- ¹⁵ См., в частности: Смирнов В. А. Уровни знания и этапы процесса познания.— В кн.: Проблемы логики научного познания. М., 1964, с. 32—33.

16 *Ишлинский А. Ю.* Взаимосвязь между фундаментальными и прикладными науками и техникой.— В кн.: *Философские основания естественных наук.* М., 1976, с. 145.

17 См.: *Бумага: Термины и определения.* ГОСТ-17586-72. М., 1973.

18 *Ишлинский А. Ю.* Взаимосвязь между фундаментальными и прикладными науками и техникой, с. 149.

18 Об общих вопросах развития понятий см.: *Войшвилло Е. К.* К анализу развития знания.— *Вопр. философии*, 1971, № 8, с. 100—103.

20 См., например: *Зворыкин А. А.* и др. *История техники.* М., 1962, с. 32.

21 См., в частности: *Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я.* *История физики и*

техники. М., 1965, с. 32.

21

22 Капица П. Л. Теория, эксперимент, практика. М., 19(?)6, с. 46.

21 См., в частности: Вриджмен П. Исследование больших пластических деформаций и разрывов. М., 1955; Береснев В. И. и др. Пластичность и прочность твердых тел при высоких давлениях. М., 1970.

21 См., например: Прозоров Л. В. и др. Прессование металлов жидкостью высокого давления. М., 1972; Розанов Б. В., Максимов Л. Ю. Технология и оборудование для гидростатического прессования.

25 См., в частности: Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я. История физики и техники, с. 418, 421—422, 438—442 и др.

- 26 Ленин В. И. Поли. собр. соч., т. 29, с. 193.
- 27 См.: Краткий технический словарь. М., 1934, с. 3.
- 28 См., например: Краткий политехнический словарь. М., 1956, с. 11.
- 29 См., в частности: Политехнический словарь. М., 1976, с. 10.
- 30 См.: Сварка металлов. М., 1964, с. 3.
- 31 См., например: Сварка металлов: Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ-2601-74. М., 1974, с. 2.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Е. В. ПОПОВ

Исследование технического объекта и предмета технических наук мы ограничим вопросами: генезис и социальная сущность технического объекта; основные закономерности развития технического объекта; предмет технических наук; возможна ли единая техническая наука. Эти вопросы имеют ключевое значение для нашей темы и находятся в центре дискуссии по методологическим проблемам техники и технических наук. Научно-техническая революция, социально-практическая значимость ее последствий диктуют разработку методологических проблем техники и технических

наук.

Генезис и социальная сущность технического объекта

Технический объект — это, несомненно, часть объективной реальности, но часть особая. Его возникновение и существование связаны с социальной формой движения материи, историей человека. Это определяет исторический характер технического объекта. В нем объективируются производственные функции общества, он выступает воплощением знаний людей. Таковы его наиболее коренные отличия от

объектов природы.

22

По вопросу о генезисе технического объекта в буржуазной философии предложено более десятка концепций'. Но только марксистская философия научно объяснила генезис техники. Возникновение **техники** — это естественноисторический процесс, результат производственной деятельности человека. Ее исходным моментом являются «органы человека». Усиление, дополнение и замещение рабочих органов — социальная необходимость,

реализуемая путем использования природы и воплощения в преобразуемых природных телах трудовых функций.

Формирование техники протекает в процессе изготовления орудий, приспособления природных тел для достижения цели. И ручное рубило, и ствол дерева, выполняющий функцию моста, и деревянная колода в качестве лодки и пр.,— все это средства усиления индивида, повышения эффективности его деятельности. Природный предмет, выполняющий техническую функцию,— это уже в потенции технический объект. В нем

зафиксирована целесообразность его устройства и полезность конструктивных улучшений за счет подработки **его** частей.

Практическое выделение конструкции как целостности свидетельствует об актуальном существовании технического объекта. Ее важнейшими свойствами являются функциональная полезность, необычное для природы сочетание материалов, подчиненность свойств материала отношению между компонентами системы. Техническая конструкция представляет собой соединение компонентов; этот порядок

обеспечивает как можно более продолжительное и эффективное функционирование орудия, исключаящее его саморазрушение. Компонентом конструкции выступает деталь как исходная и неделимая для нее единица. И, наконец, с помощью технической конструкции способ общественной деятельности достигает технологичности. Технология — это та сторона общественной практики, которая представлена взаимодействием технического средства и преобразуемого объекта, определяется законами материального мира и регулируется

техникой. Своим следствием
возникновение техники имеет
техническую практику².

Поскольку в общественной практике
техника выступает и как средство, и
как объект (с ее помощью производят
и ее совершенствуют), необходимо
различать материально-
производственную и техническую
деятельность³. Материально-
производственная деятельность —
это производство материальных благ.
Производство характеризуется своим
объектом и формами организации.
Его объектом считается предмет
труда, его формой —

производственное предприятие. В нем техника выступает средством получения разнообразных изде-

23

лий. Техническая практика обнаруживает себя в отношении человека к технике как объекту, к ее частям и их связям. В технической практике акцент делается не на изделии, а на технике и технологии его получения. Ее содержание составляют эксплуатация, изготовление и конструирование техники⁴.

Эксплуатация, изготовление и

конструирование тесно связаны друг с другом и представляют собой своеобразное развитие технической практики. В качестве объекта эксплуатации техника выступает как некоторая материальная и функциональная целостность, сохранение и регулирование которой — неперемнное условие ее использования. Движущим противоречием эксплуатации является несоответствие между условиями функционирования техники и ее функциональными особенностями. Функциональные особенности предполагают постоянство условий эксплуатации, а

условия эксплуатации имеют тенденцию меняться. Преодоление этого противоречия достигается в технологии, в нахождении типовых технологических операций.

В технологическом процессе эксплуатируемая техника служит средством достижения цели и вследствие этого подчинена технологии. В технологии объект предстает как взаимодействие рабочего орудия с обрабатываемым материалом, как последовательность технологических операций.

Например, в производстве золота методом цианирования объектом технической практики выступают

следующие процессы:

взаимодействие золотосодержащей породы с раствором цианидов натрия и калия, в котором золото растворяется; воздействие на растворенное золото металлическим цинком, с помощью которого благородный металл осаждается; и, наконец, электролиз, в процессе которого продукт аффинируется.

Изготовление является своеобразным отрицанием эксплуатации техники, в нем эксплуатируемая техника низводится до роли простого средства, поставленного на службу цели.

Внутренним противоречием

технологии является несоответствие между используемыми природными процессами и потребностями в повышении ее надежности и эффективности. Преодоление данного противоречия достигается в конструировании более совершенной техники, с помощью которой можно использовать более фундаментальные закономерности природы. Техника не пассивна по отношению к технологии, средство влияет на цель. Новая техника изменяет технологию, технология сама становится средством реализации внутренних достоинств сконструированной техники.

Следовательно, конструирование составляет сущность изготовления, а объект конструирования обнаруживает более существенные свойства, чем технология.

24

В эксплуатации и изготовлении выявляются связи между конструктивными особенностями орудия и его технической эффективностью, между рабочим процессом и конструкцией технического средства, между рабочим процессом и законами природы. Исследование этих связей показывает, что изготовлению и

эксплуатации техники должен предшествовать научный анализ закономерностей природы, а также самой технической системы с ее компонентами и функциями, структурой и элементами. Такой анализ возможен лишь на основе естественнонаучных и научно-технических теорий. В научно-технической теории достигается переход от описания технических систем и ее компонентов к выделению ее конструктивных структур и их элементов, которые мы понимаем как некоторую идеализацию физических компонентов реальной конструкции.

Научный анализ конструктивных структур и их элементов позволил разработать структурно-функциональные методы проектирования техники. Вместе с тем специалисты по проектированию отмечают, что «до сих пор нет общепринятого определения рода деятельности, который называется столь привычным и часто встречающимся термином „проектирование"»⁵.

По нашему мнению, проектирование выступает как научная подготовка опытно-конструкторских разработок. Такая подготовка включает в себя

анализ научных теорий и вывод о необходимости и возможности решения проблемы, а также принятие решения о виде конструируемой системы. Наличие достаточной научной информации превращает проектирование в относительно стереотипную научно-инженерную деятельность. Поэтому нередкими являются факты, свидетельствующие о том, что проекты не получают авторских свидетельств. Однако подлинное значение проектирования состоит не в репродукции техники, а в применении научных знаний для ее изобретения. Разработка новых

технических средств не ограничивается переработкой информации и не может быть выражена в алгоритме информационных преобразований. Проектирование предполагает использование научных теорий, поиск и разработку общих схем механизмов и машин. В проекте общественные функции, существующие в деятельности человека как потребность, приобретают с помощью схем реальные очертания. В таких схемах содержится ответ на вопрос, что надо сделать, чтобы реализовать в технике производственную функцию

общества. Например, проектирование радиосистем включает «определение принципа дейст-

25

вия системы, обоснование и выбор вида сигнала, методов их формирования и обработки, конструирование отдельных составляющих системы (устройств, блоков и т. п.), разработку технологии производства, методов контроля, испытаний и т. п.» "

Характер проектирования (отработка схемы, выбор конструктивных

решений, соображения технологии и экономики и пр.) «очень затрудняет, если **не** вовсе делает невозможным, решение задач проектирования чисто логическими способами» ⁷.

В проектировании с наибольшей полнотой обнаруживается социальная сущность технического объекта. В нем синтезируется конструктивная структура в соответствии с заданной обществом производственной функцией. Техника образует условие развития общества, опосредствует его отношение к природе, является средством разрешения противоречий

между человеком и природой. Такая связь технического объекта с человеком детерминирует интенсификацию социальных отношений (производственно-технических, транспортных, коммуникативных, территориальных и пр.), а также их упорядочивание, достижение социально-политических целей. Технический объект — носитель производственных, технологических функций человека. Без технического прогресса невозможно достижение социальной однородности общества и всестороннего развития каждого индивида.

Таким образом, понятие «технический объект» носит методологический характер и выполняет важную функцию в теоретическом анализе техники и технических наук. В этом понятии фиксируются не только наиболее важные стороны технических устройств, технических материалов или технологических методов. Теоретическая необходимость выделения объекта технической практики, инженерной деятельности, определения предмета технических наук способствовала в немалой степени формированию данного понятия. Понятие

«технический объект» позволяет выделить сферу объективной реальности, противостоящую субъекту в его технической практике и научно-техническом познании. Технический объект — это то, на что направлена техническая практика, что противостоит познавательной и преобразовательной деятельности субъекта, выраженной в эксплуатации, изготовлении и конструировании техники, что вовлечено в инженерную деятельность и подвержено реальному изменению. Техническим объектом является преобразованная природа, используемая в качестве

технического средства, материала или технологического метода.

26

Основные закономерности развития технического объекта

Технический объект — это не только объект технической практики, но и материальное средство целесообразной общественной деятельности. Он функционирует в обществе и совершенствуется в качестве технического базиса общественного производства. В процессе совершенствования технический объект усложняется и

качественно меняется. Такое изменение объекта происходит в результате, во-первых, все большей концентрации в каждом последующем реализованном проекте материальных ресурсов и научно-технической мысли; во-вторых,— в результате увеличивающегося использования природных ресурсов с помощью объединения машин в огромные системы; в-третьих,— в результате «самоорганизации» технического объекта.

Положение о «самоорганизации» технического объекта нуждается в пояснении. Разумеется, ни о какой

«самоорганизации» вне общества и помимо целесообразной деятельности человека не может быть и речи. И одновременно во взаимодействии с техническим объектом общество вынуждено следовать внутренней закономерности совершенствования техники. У 'технического объекта можно выделить три стороны: компоненты, из которых он состоит; процессы, которые совершаются во взаимодействии компонентов; функциональная полезность, обеспечивающая достижение цели. Оптимальное сочетание отмеченных сторон технического объекта

выражает его внутреннее совершенство. Такое сочетание достигается за счет перераспределения функций, выполняемых компонентами конструкции, введения в конструкцию дополнительных компонентов и изменения ее субстрата. В качестве субстрата конструкции выступают ее компоненты, имеющие механическую, электрофизическую, химическую и даже биологическую природу. На смену случайному сочетанию компонентов идет необходимое и закономерное, обеспечивающее конструктивную

устойчивость технического объекта и препятствующее его саморазрушению. В техническом средстве достигается единство компонентов и процессов, в котором компоненты и процессы взаимно обуславливают друг друга.

Отмеченное единство лежит в основе целостности технического объекта. Несоблюдение единства ведет к разрушению машины (например, коловратные паровые машины).

Единство компонентов и процессов дает физическое бытие техническому объекту. Для социального бытия технического объекта нужна также его функциональная полезность. В

технических средствах
опредмечиваются общественные
потребности, они служат средством
достижения определенных
социально-политических и
экономических целей.

27

Наряду с внутренним
совершенствованием технического
объекта происходит и внешнее его
усложнение и развитие. В отличие от
рабочих органов человека рабочие
орудия социальны в своей сущности
и в потенции отделены от тела
человека. Производство диктует их
актуальное отделение от индивида и

передачу механизмам, которые точно, однообразно и монотонно могут ими действовать. Поэтому от машины требуется такое движение частей, которое не зависит от причин, лежащих вне ее, а определяется ее собственным устройством, ее собственными структурами. Машина должна иметь основание в самой себе, во взаимодействии собственных компонентов. Приобретение техническим объектом основания в самом себе, во взаимодействии собственных частей — это важное выражение «самоорганизации». Это «самоорганизация» по вертикали. Но

«самоорганизация»

распространяется и по горизонтали.

Выделение существенных, необходимых частей технического устройства ведет к тому, что одни машины начинают закономерно дополнять другие. Таким образом «самоорганизация» технического объекта в вертикальном и горизонтальном направлениях приводит к появлению больших технических систем.

Взаимодействие частей внутри технического средства и взаимосвязь самих технических средств регулируются собственными особенностями. На этом принципе и

были изобретены первые регулирующие устройства (потрясок у мельниц, регулятор Уатта и пр.). Выделение особенностей взаимосвязи между частями технической целостности и их фиксация достигаются с помощью органов управления. Органы управления превращаются в важнейшее условие образования и совершенствования больших технических систем.

Большие системы получили достаточно четкое описание в научной литературе. Понятие большой технической системы выражает не количественные, а

качественные изменения, связанные с увеличением числа компонентов в рамках системы, что приводит к появлению нового качества — автоматизированной техники. Без контрольно-измерительных приборов и ЭВМ техника не может теперь нормально функционировать.

Возникновение больших технических систем придало исключительную актуальность такому свойству технического объекта, как экологичность.

Одновременно все большее значение приобретают проблемы биологического повреждения

технических систем ⁸ .

28

Появление больших технических систем имело **своим** следствием усиление воздействия техники на социальные отношения.

Упорядочивание социальных отношений и **их** интенсификация с помощью техники достигают такого характера и масштабов, что возникают социально-технические системы, в частности системы связи, управления народным хозяйством, железнодорожными и воздушными перевозками, в области энергетики, обороны и пр. Выход из строя

отдельных компонентов таких систем может привести к катастрофическим последствиям, к полной дезорганизации социально-технической системы и нарушению нормального функционирования общества. Создание больших технических систем и их эксплуатация невозможны без планирования промышленности и земледелия, транспорта и энергетики, распределения и потребления, без учета воздействия технических систем друг на друга и их взаимодействия с природой, без анализа социальных последствий применения новой техники и без

учета возможности выхода из строя отдельных компонентов системы.

Под влиянием больших технических систем в общественной практике происходят важные изменения.

Техническая практика поднимается на более высокий уровень социальной организации. В проектно-конструкторской работе все большее значение приобретает учет социальных и экономических последствий внедрения техники в производство. Вместе с тем эксплуатация, изготовление и конструирование связываются в единую проблему управления техническим прогрессом.

Управление большими техническими системами становится особым видом технической практики, требующим оперативных теорий и таких понятий, как информация, алгоритм, обратная связь, сигнал и т. п.

Эксплуатация, изготовление и конструирование поднимаются на уровень сознательного и планомерного использования закономерностей объективного мира, подчиняются научно осознанному общественным потребностям и перспективным планам развития народного хозяйства.

Таким образом, технический объект не является чем-то застывшим и

аморфным. Находясь в непрерывном взаимодействии с субъектом и подвергаясь преобразованию в ходе своего функционирования в общественной системе, технический объект закономерно развивается. Можно отметить следующие закономерности его развития: 1) изменение технического объекта как особой части природы — превращение технического средства из модифицированного предмета природы в используемый в производстве природный процесс; 2) увеличение концентрации материально-технических ресурсов и

научно-инженерной мысли в
сооружаемом объекте; 3)
становление больших технических и
социально-технических систем; 4)
включение в технический объект
новых природных процессов и
использование в нем более глубоких
и фундаментальных
закономерностей; 5) возрастание
целесообразности и рациональности
строения технического объекта; 6)
интенсификация взаимодействия
техники и природы; 7) углубление
социальных последствий
технического прогресса; 8)
приближение внутреннего
совершенства технического объекта к

природе, которая в плане естественности остается для него идеалом. Приобретая большую естественность, технический объект, однако, остается целесообразным средством деятельности человека и не может вследствие этого стать тождественным природе.

В своей сущности вся природа способна быть техническим объектом. Фактически же превращение природы в технический объект обусловлено развитием самого субъекта и имеет границы в самом субъекте. Его развитие налагает исторические ограничения на технологическую мощь,

показывая, что природа — нечто большее, чем средство в деятельности человека. Она одновременно и среда его обитания, и объект эстетического и этического отношения.

Предмет технических наук

Взаимодействие субъекта и объекта всегда целесообразно и выделяет ту предметную область, которая полезна для достижения цели. Предметную область объекта мы понимаем как совокупность его свойств. Носителями свойств являются компоненты технической системы, которая может выступать и

как техническое средство, и как технический материал, и как технологический метод. Компоненты машины считаются носителями ее конструктивных свойств. Отношения между технологическими операциями определяют свойства технологии. Качество технического материала детерминируется совокупностью ингредиентов и их отношениями.

Свойства технического объекта выявляются в технической практике и фиксируются в знании приемов эксплуатации, изготовления и совершенствования техники. Эмпирически найденные пропорции

между частями технического средства и описание материала и особенностей различных конструкций еще не образуют технической науки, но ведут к формированию «технических предметов», относительно устойчивых сведений о технических устройствах, об их существенных компонентах и свойствах. В виде таких предметов сформировались, например, описания подъемно-транспортных механизмов, мельниц, часов, важнейших ремесел и материалов.

Переход к машинной технике, передача рабочих орудий механизмам вызвали к жизни конструирование технических устройств, что потребовало теоретической разработки понятия «машина» и получения различных ее идеализации (кинематической пары, динамики сил, конструкции).

На формирование понятий технической науки оказывают влияние закономерности, раскрытые в ходе изучения естественных наук, в частности теоретической механики. Вместе с тем следует признать, что понятие технической конструкции

получает свое выражение внутри технического знания. Исторически оно формируется как система положений о машине, механической совокупности частей и их закономерном отношении, обеспечивающем получение нужного эффекта. Наука о машине выступает как совокупность знаний о двигателях, передаточных устройствах и рабочих орудиях. Относительная самостоятельность перечисленных разделов науки о машине послужила основанием для образования ряда технических дисциплин: учения о паровой машине, паровой турбине и

двигателе внутреннего сгорания; учения о передаточных механизмах, кулачковых, кривошипно-шатунных и других передачах, зубчатых зацеплениях, маховиках, регуляторах и пр.; учения о рабочих орудиях и соответствующих им технологических процессах.

Формирование технических дисциплин происходило различными путями. Технические дисциплины о двигателях основываются на результатах естествознания, на знании законов природы и применении законов физики к технике. Прикладной характер носят техническая кинематика, динамика

машин и учение о деталях машин. Эти дисциплины сформировались на базе теоретической механики и начертательной геометрии, что выразилось в создании специального языка.

Решающее значение для создания кинематики механизмов имело получение идеализации «кинематическая пара» и дополнение геометрического образа механизма временной характеристикой. Учет массы, силы, работы при расчете машины создает второй уровень идеализации технического средства.

Конструктивный подход к машине

образует третий уровень идеализации. Он позволяет определить форму деталей машины и отношения между ними, обусловленные формой тел и их взаимным расположением. При этом отношения между деталями машины раскрываются как технические закономерности. Конструктивный подход имеет целью обеспечить физическую совместимость деталей машин, исключить **их** саморазрушаемость и обеспечить устойчивость их функционирования.

не только путем приложения естествознания к технике, но и путем использования многовекового опыта техники, его осмысления и придания ему логически четкого вида. Таким путем формировались науки о различных типах машин (сельскохозяйственные, транспортные и пр.), материаловедение, кораблестроение и пр. Проверенные на практике эмпирические данные этих технических дисциплин сохранялись и включались в общую науку о машинах. И до сих пор многие приемы изготовления и эксплуатации техники не получили должного

теоретического обоснования.

Формирование технической науки положило конец ремесленному отношению к технике, когда те или иные механизмы совершенствовались по частям в течение многих десятилетий и даже столетий. Понимание того, что машина представляет собой преобразование движения в форму, нужную производству и в своей сущности состоящую из кинематических пар, легло в основу научного конструирования разнообразных технических устройств в XIX в.

Из сказанного видно, что техническая наука исследует свой объект, хотя она способна объяснить функционирование и ремесленных, ручных орудий труда, которые создавались без научного обоснования. Объект технической науки формируется в процессе выделения существенных и необходимых свойств техники, конструирования машины. Машина, ее компоненты, отношения между ними, их композиция, природная основа компонентов и технологический процесс — все это объект технической науки.

Объект технической науки является источником научно-технического познания. Его исследование дает, в частности, конструктивные структуры и их элементы. В структуре фиксируется устойчивость, повторяемость, необходимость, закономерность композиции компонентов машины. По отношению к структуре компонент машины выступает в виде элемента. Мысленное получение элемента структуры связано с отвлечением от физической размерности и природной основы компонента. В конечном счете все научно-технические понятия являются

отображением технического объекта.

Понятия «технический объект» и «объект технической науки» выполняют различную методологическую функцию в философском анализе техники и научно-технического познания. В понятии «технический объект» фиксируется реально изменяемая в практике сторона объективного мира. Техни-

32

ческий объект отображается в философских, общественных, естественных и технических науках,

и каждый раз наука вычленяет
свойственную ей предметную
область. В понятии «объект
технической науки» фиксируется
предмет технических наук, их
отношение к объективной
реальности. Главным объектом
технических наук является машина,
так как с ее помощью организуется
технологический процесс и ею он
регулируется. Машина облегчает и
заменяет труд человека, служит
средством достижения цели. В
машине выделяются предметные
области: физические компоненты,
силы и связи. В соответствии с этим
в рамках общей науки о машинах

формируются учения о ее субстрате, который может выступать как совокупность компонентов различной природы, в частности как совокупность механических деталей, о силах, действующих в машине, о кинематике механизмов.

Взаимодействие рабочего орудия с объектом преобразования составляет особую предметную область технической науки — технологию.

Важную предметную область образует и сопротивление материалов, из которых изготавливаются детали машин и которые подвергаются в машине напряжениям, деформации и пр.

В технической науке прежде всего выделяются исследования элементов, их отношений и технических структур. Для формирования предмета технической науки важно выделить, описать и объяснить технические элементы, их отношения и возможные структуры, в которых материализуются полезные для общества производственные функции. Но на этом техническая наука не кончается. Она включает в себя правила синтеза новых технических структур, расчетные методы и нормы проектирования. Мысленно сконструированные технические структуры подвергаются

анализу. Они исследуются с точки зрения законов динамики, конструирования, технологии и эксплуатации. Только после этого возможны теоретические выводы о важности и полезности полученных результатов.

Своим исследовательским характером техническая наука отличается от технического творчества, для которого важен практически целеустремленный синтез технического устройства, когда создается схема механизма для наперед заданных производственных функций. Часто такой синтез осуществляется без

соответствующего теоретического обоснования.

Правила и нормы проектирования, графические и аналитические методы расчета сближают техническую науку с техническим творчеством, проектно-конструкторскими работами. Предмет технических наук формируется в непосредствен-

33

ной зависимости от творчества техники. В этом — специфика технических наук, которые представляют собой средство

совершенствования техники,
переосмысления
естественнонаучных данных,
открытия технологических методов и
изобретения технических
конструкций.

В качестве важнейшего фактора
технического творчества выступают
правила, предусматривающие
достижение прочности и
надежности технического средства,
износостойкости и теплостойкости
его деталей и пр. Эти правила
образуют рамки конструирования,
исключая из него то, что не
соответствует выработанным
технической наукой критериям

функционирования машин.

Творчество техники находится в зависимости от норм, называемых стандартами, которые общество устанавливает, исходя из своих внутренних потребностей. Такие нормы предусматривают конструктивные формы, размеры деталей, их технические характеристики и пр. На базе правил и норм инженерной деятельности разрабатываются методы решения задач. К общим методам конструирования относятся инверсирование, комбинирование, секционирование, изменение линейных размеров,

агрегатирование, компаундирование, модифицирование и др. Принципы выступают как предпосылки деятельности, как ее организующее и направляющее начало. Их

научность и ценность состоят в рабочей значимости и эффективности. К принципам проектирования относятся эксплуатированность техники, ее технологичность, конструктивность, экономичность, функциональная полезность, экологичность, эстетичность и эрго-номичность. Таким образом, в предмет технических наук входят не только закономерности технического

объекта, но и закономерности технического проектирования, методы, правила, нормы и принципы проектирования техники.

Возможна ли единая техническая наука?

Становление и проектирование больших технических систем под влиянием достижений кибернетики, системного анализа и моделирования вносят новые моменты в предмет технических наук. В частности, проектирование техники позволяет выделить некоторые общие закономерности, характерные для технических наук. Выделение общих

закономерностей проектирования достигается с помощью превращения проекта из средства инженерной практики в предмет теоретического исследования. В проекте как предмете исследования снимается содержательное различие отдельных технических наук. С точки зрения Г. Н. Поварова, «разработка малых си-

34

стем опиралась прежде всего на детальный анализ, на растущую специализацию задач и методов. Разработка больших систем, напротив, предполагает интеграцию, синтез, рассмотрение различных

сторон явлений»^а. На основании этого Г. Н. Поваров приходит к выводу, что «по-видимому, существует достаточно определенная потребность в создании общей технической науки о системах большого масштаба»^б.

Попытки создания единой технической науки имеют свою историю. Еще в период формирования технических наук И. Бекман опубликовал «Проект всеобщей технологии», которую Х. Вольф определял как науку о том, что «создают люди с помощью своих органов тела, и прежде всего рук».

Следуя этому определению, Бекмап пытался найти общие принципы производственной, ремесленной активности. Общим моментом технологического знания того времени были трудовые навыки индивидов, осознание функций рабочих органов.

Фактическое отделение орудий труда от органов тела и передача **их** машинам изменили технологию производства и предопределили падение «всеобщей технологии», которая была результатом теоретической бедности предметного содержания технического знания. На смену

ограниченным представлениям о технике пришло обилие технических дисциплин, курсов и руководств по эксплуатации машин. На время техническая наука утратила черты единства отрасли знания. В ней сформулировались многочисленные дисциплины, эмпирическое содержание которых подчеркивало их различия.

В настоящее время сложились объективные условия для сближения технических дисциплин.

Формирование машинного базиса общества, больших технических систем требует синтеза технического знания. Современное

проектирование привело к разработке системотехники, технической кибернетики, теории автоматического регулирования и управления и т. д. Исследование принципов синтеза технического знания получает широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом ".

В зарубежной научно-технической литературе широкое распространение получило мнение, что единой технической наукой является системотехника, которая обеспечивает максимальный контакт между фундаментальными научными исследованиями и проектно-

конструкторскими разработками. Системотехника рассматривается как приложение общей теории систем к технике, как своеобразная философия техники. Общая теория систем разрабатывается как абстрактная, в значительной степени математическая дисциплина, и предполагается, что для техники она дает ряд общих понятий и общее знание природы и видов систем ¹².

35

В зарубежной философской литературе получил известность проект Г. Рополя. В «Пролегоменах к новому проекту всеобщей

технологии» он отмечает необходимость и возможность «всеобщей науки о технике». В такой науке, как он полагает, должен осуществиться синтез технических и социальных знаний. В центре этой науки будет находиться социально-техническая система, функциональные законы которой описываются на языке теории информации. Такая система выступает как материальная (вещественная), энергетическая и информационная. «Всеобщая наука о технике» претендует **на** классификацию «всех мыслимых технических искусственных

изделий».

Г. Рополь полагает, что построение «всеобщей науки о технике» детерминируется двумя тенденциями в научном знании. Во-первых, ее требует философия, понятийный подход к технике, для которого существенное значение представляет не то или иное проявление технической практики, а совокупность общих принципов техники. Во-вторых, ее требует разнообразие технических наук, которые испытывают потребность в синтезе, объединении вокруг общих принципов техники. Синтез философии и технических наук дает

«техническую философию» ".

С такой позицией не соглашается Г. Ленк, который считает, что в настоящее время отсутствует возможность создания «единой теории техники», «всеобщей технологии». Ленк обращает внимание на сходство современной ситуации с ситуацией 30-х годов нашего века, когда неопозитивисты пытались разработать «единую науку». Не дал положительных результатов и проект Г. Румпфа — с помощью «протокольных предложений» создать единую техническую науку, который он представил в книге «Мысли о

научной теории технических наук»".

Полемизируя с Рополем по вопросу о единой технической науке, Лепк соглашается, что именно философия обеспечивает единство технической науки. Синтез философского знания и технических наук приведет к «технической философии», которая обеспечит технический прогресс ясностью перспективы и цели.

36

Появление больших технических систем и выделение структурно-функциональных методов их проектирования усиливает

интеграцию технического знания. Эта тенденция выражается в становлении системотехники как отрасли знания, в разработке методов проектирования, в частности морфологического анализа, в появлении технической прогностики и информатики, технической кибернетики и пр. Интеграционные процессы в техническом знании находят свое выражение и в формировании комплексных научных дисциплин, например космонавтики, призванных решить кардинальные научно-хозяйственные проблемы.

Но становление системотехники как нового интегративно-го подхода к

техническим задачам не может заменить отдельные дисциплины. Идея «общей технической науки», «всеобщей науки о технике», является методологической идеей научно-технического познания и проектирования. Техничко-знание в такой же степени не является общей технической наукой, в какой естествознание не образует единую науку о природе. Но разработка методологии научно-технического познания и проектирования, этой своеобразной «диалектики техники», — актуальная задача философской науки, ибо, как справедливо выразился Г. Ленк, «метапроблемы

техники слишком важны, чтобы их оставлять одним ученым, занимающимся техникой. Это — социальные и философские проблемы большой ценности»".

Таким образом, технические науки изучают содержание объекта, делающее его полезным в качестве технического материала, способа или конструкции. Их цель — выявить закономерности эксплуатации, изготовления и конструирования, превратить эксплуатацию техники, ее изготовление и конструирование в науку. С их помощью повышается техническая полезность природных материалов и адекватность

технической формы содержанию
естественного процесса,
оптимизируются технические
конструкции с целью улучшения их
эффективности, надежности,
экономичности, а также
модифицируются технические
средства и расширяется сфера их
применения в жизни человека.
Технические науки связывают
естествознание с проектированием
техники, занимаются разработкой
методов, правил, норм и принципов
проектирования технических систем.
Комплексный подход к социально-
техническим проблемам по
освоению новых источников

энергии, космоса, решение экологической проблемы, проектирование технических систем, охватывающих различные сферы общественной жизни, развитие социально-технических систем и т. п.— все это детерминирует интеграционные процессы в техническом знании. Единая техническая наука невозможна, но единство технического знания, обеспечиваемое эффективной разработкой методологических и мировоззренческих основ научно-технического познания

и проектирования техники, является потребностью современного состояния инженерной деятельности и научно-технического прогресса.

¹ В частности, одним из первых, возникновение технического объекта Э. Капп объяснял проекцией анатомических и физиологических особенностей рабочих органов тела человека. Для М. Шелера и Ж. Эллюля техника — это выражение стремлений человека к овладению и покорению, а также проявление его воли к управлению, что является следствием эффективности его знания. С точки зрения М. Хайдеггера, техника — это развивающееся с бытием «раскрытие» и использование природы лишь для получения энергии и ее управляемой

передачи, а также призыв к человеку использовать подчиненную ему природу. Ф. Дессауэр объясняет генезис технического объекта реализацией божественного проекта, а Е. Цшим-мер — деятельностью мирового духа.

- 2 Термины «техническая деятельность», «техническая практика», «техническая производственная практика» еще только получают права гражданства в научной литературе. См., например: *Сидоров А.* Основные принципы проектирования и конструирования машин. М., 1929, с. 406; *Шульц П.* Техника античного рабовладельческого общества.— В кн.: *Очерки истории техники докапиталистических формаций.* М.; Л., 1936, с. 136, 369; *Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я.* История физики и техники. М., 1965, с. 5.

В определении технической практики как чувственно-материальной деятельности людей, вооруженных техническими устройствами, техническая практика отождествляется с материально-производственной деятельностью. Это, однако, не позволяет вычленить специфику эксплуатации, изготовления и конструирования техники. См. об этом:

Комаров В. Гносеологический анализ техники в «Философских тетрадах» В. И. Ленина.— Вести. ЛГУ. Философия и психология, 1971, № 5, с. 50.

Противопоставление материально-производственной и технической практики, на чем основана концепция Ф. Дессауэра, не позволяет ему вычленить специфику технической практики и служит основанием, с одной стороны, для провозглашения конструирования

реализацией «престабилированных идей», а с другой — для трактовки материально-производственной деятельности как обнаружения трансцендентной сущности техники. См.: Оемавег Р. РпИоаорЫе Дег ТесЬшь. Вопп, 1928.

- 4 Конструирование, изготовление и эксплуатация техники как существенные моменты практики зафиксированы в технической литературе. В ней прослеживаются три раздела технического знания, посвященные изготовлению, эксплуатации и конструированию (см., например: *Щадрчев В. Оспопы технологии автостроения и ремонта автомобилей. Л., 1976*). Отмеченные моменты зафиксированы и в работах по философским и социальным проблемам техники. См.:

Сеяткин Б. Технические науки и

производство. М., 1967; *Украинцев Б. С.*

Связь естественных и общественных наук в техническом знании.— В кн.: Синтез современного научного знания. М., 1973;

Шубас М. Л. Инженерное познание и инженерная практика.— Вести. МГУ, 1974, № 1; и др.

- ⁵ *Венда В. Ф.; Мунипов В. М.* Предисловие к кн.: Джонс Дж. Инженерное и художественное конструирование. М., 1976, с. 22. ⁶ *Березин Л., Вейцель В.* Теория и проектирование радиосистем. М., 1977, с. 9.

38

- ⁷ Джонс Дж. Инженерное и художественное конструирование, с. 27.

- ⁸ См.: Проблемы биологических повреждений и обрастаний материалов и сооружений. М., 1972.

- 9 Поваров Г. Н. От редактора перевода.— В кн.: Холл А. Опыт методологии для системотехники. М., 1975, с. 5.
- 10 Поваров Г. Н. О системотехнике.— В кн.: Гуд Г., Макол Р. Системотехника: Введение в проектирование больших технических систем. М., 1962, с. 8.
- 11 См., например: Шеменев Г. И. философские аспекты исследования технических систем. М., 1973; Урсул А. Д. Интегративно-общенауч-ные тенденции познания и философия.—Вопр. философии, 1977, № 1; Капланов М. Р. Философские и социальные аспекты проектирования техники.— Вопр. философии, 1978, № 5; и др.
- 12 См.: Холл А. Опыт методологии для системотехники.
- 13 См • НороЫ О. Рго1ееотепа ги етет пеиеп Еп(,\тог<; йег аНеетег-пет ТесЪпо1о§1е.— 1п: Ка1ит ипо.

Сезысые. Натбиге, 1973. 14 См.: Бептс
Н. 2и пеиегеп Апзйгеп Дег
ТеспшърьПоэорше.— 1п: На-
1иг ипД КевсысМе, 5. 245—246. 15 1Ыа., 8.
260.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Г. И. РУЗАВИН

С возрастанием значения и
усилением роли науки в
современном обществе, когда
расходы на нее начинают составлять
уже заметную часть национального

дохода в развитых странах, вопрос об определении места фундаментальных и прикладных исследований приобретает не только чисто теоретическое, но и практическое, социально-экономическое значение.

Особую актуальность он имеет для стран социалистического содружества, где развитие науки осуществляется в рамках единого государственного плана, ориентированного на широкое внедрение научных достижений в народное хозяйство.

В ходе современной научно-

технической революции все больше увеличивается доля прикладных исследований и инженерных разработок. Однако такие приложения и разработки, особенно в новых отраслях науки, невозможны без широких поисковых исследований фундаментального характера. Правильное соотношение между фундаментальными и прикладными исследованиями, выяснение наиболее оптимальных пропорций между затратами на эти исследования в конечном итоге должны содействовать ускорению научно-технического прогресса.

Решение указанных задач сопряжено, однако, со многими трудностями, в том числе и методологическими.

Легко, конечно, выявить такие направления исследований, которые непосредственно связаны с приложением теоретически уже решенных проблем и результаты которых обещают практический успех. Гораздо труднее выделить те поисковые, фундаментальные исследования, которые хотя и не связаны с сегодняшней практикой, но тем не менее могут не только привести к коренной перестройке в области технологии производства, но и оказать решающее воздействие па

развитие многих отраслей научного познания.

Правильный выбор проблем и направлений для научного исследования зависит от множества конкретных факторов, обусловленных как внутренней логикой развития самой науки, так и внешними социально-экономическими и культурными причинами. Однако умелая стратегия руководства наукой, планирования и прогнозирования ее развития в немалой степени зависит от того, насколько верно решается вопрос о соотношении между фундаментальными и прикладными

исследованиями, в какой мере соблюдается правильная пропорция между ними. Одностороннее стимулирование прикладных отраслей науки или, напротив, чисто теоретических исследований одинаково нежелательны для интересов и общества, и подлинного развития самой науки. Вот почему в последние годы в партийных решениях подчеркивается, что необходимо «всемерно развивать фундаментальные и прикладные научные исследования» ', и критикуются научные работники, «которые до сих пор заняты делами, в значительной мере оторванными

как от непосредственных практических нужд страны, так и от действительных интересов развития фундаментальных отраслей наук»².

Относительный характер различия между фундаментальными и прикладными исследованиями

На первый взгляд отличие между фундаментальными и прикладными исследованиями и соответствующими науками весьма просто. Фундаментальные исследования связаны с изучением новых явлений, эффектов и процессов, а также с открытием

новых законов, управляющих этими явлениями. Прикладные же исследования используют результаты фундаментальных исследований в интересах общества. Первые заняты чисто теоретическими и абстрактными исследования-

40

ми и несколько не озабочены тем, насколько полезными могут быть их результаты для практики. Вторые заинтересованы только в практическом применении открытых фундаментальными отраслями наук законов, принципов и эффектов и не ставят перед собой каких-либо

теоретических проблем. Такое резкое противопоставление фундаментальных исследований прикладным совершенно несостоятельно, ибо оно основывается на чисто внешнем их сопоставлении и выделяет только то, что чаще всего бросается в глаза. Подобная точка зрения вовсе не безобидна, так как она может породить представление о том, что, с одной стороны, фундаментальные исследования поискового характера являются совершенно непродуктивными и практически бесполезными, с другой стороны, прикладные исследования не

заслуживают внимания науки, так как ограничиваются чисто прагматическими целями.

Нетрудно понять, что как чисто утилитарный и прагматический подход к научной деятельности, при котором все внимание сосредоточивается на получении сиюминутных практических результатов, так и подход, сводящий цель науки к разрешению интеллектуальных загадок о мире ³, к получению чистого знания, являются одинаково неприемлемыми с точки зрения интересов развития самой науки. Эти две стороны

научной деятельности не только предполагают, но и дополняют друг друга. Познание глубоких законов объективного мира служит исходной основой для применения науки в практической деятельности, фундаментом научно-технического прогресса. В свою очередь, исследования в прикладных областях способствуют выдвижению фундаментальных проблем, а нередко и приводят к открытиям фундаментального характера. Учитывая это обстоятельство, следует скорее говорить о фундаментальных и прикладных исследованиях в рамках

соответствующей науки, чем о различии самих наук по их фундаментальному и прикладному характеру. По-видимому, реальный смысл такого противопоставления сводится к констатации того факта, что разные науки по-разному связаны с практикой и производством: одни связаны с ней ближе, другие — более отдаленно, причем эта связь не остается неизменной в ходе развития познания и общественной практики. Само разделение исследований на фундаментальные и прикладные возникло с расширением масштабов научной деятельности и все

возрастающим применением ее результатов на практике. Оно является неизбежным следствием разделения труда в сфере науки, когда углубляющийся процесс ее дифференциации и

41

сложный, опосредованный характер связи теории с практикой постепенно привели ученых к концентрации своих усилий либо на фундаментальных исследованиях поискового характера, либо на выявлении принципов и методов применения новых научных идей на практике.

В конечном итоге такой процесс является необходимым и прогрессивным в ходе развития науки, способствуя лучшему осуществлению ее функций. Наука как специфическая форма общественного сознания и общественный институт возникает и развивается для познания объективных законов реального мира и его целенаправленного изменения, овладения стихийными силами природы и подчинения их воле человека. Конечно, человек стал использовать и подчинять вещества и силы природы задолго до возникновения науки. Но масштабы

его воздействия были крайне ограниченными, ибо в своих действиях он опирался на простые обобщения, наблюдения, традиции и рецепты. С возникновением науки практическая деятельность приобретает все более рациональный характер, ибо она начинает основываться не на голой эмпирии, а на знании объективных законов природы. Таким образом, с самого появления науки познание и действие, теория и ее практические приложения взаимно предполагают и дополняют друг друга. Но прогресс науки неизбежно приводит ко все большей специализации и

разделению труда в сфере исследовательской деятельности: даже в рамках фундаментальных исследований теоретическая деятельность начинает отделяться от экспериментальной и возникают профессии теоретика и экспериментатора. Более того, сама экспериментальная деятельность в наиболее развитых науках, таких, как физика, все больше приобретает промышленный характер. Достаточно напомнить, что современные ускорители элементарных частиц или установки для термоядерных исследований, по сути дела, мало чем отличаются от

заводов. Поскольку основная цель эксперимента состоит в проверке тех или иных гипотез или теорий, то иногда экспериментальные исследования считают чем-то второстепенным по отношению к теоретической деятельности, хотя в опытных науках никакой прогресс невозможен без эксперимента.

Отделение чисто теоретической деятельности от экспериментальной и прикладной находит свое проявление также в том, что в целом ряде ведущих отраслей современного естествознания постепенно происходит отпочковывание таких их разделов и дисциплин, которые

ближе связаны с техникой (техническая физика, прикладная химия и т. д.). Все увеличивающиеся масштабы применения достижений этих наук

42

приводят также к появлению совершенно новых отраслей технического знания (космическая техника, атомная энергетика, радиоэлектроника и т. д.).

Примечательно, что в самом техническом знании происходит аналогичный процесс выделения таких направлений и областей исследования, которые с полным

правом можно назвать фундаментальными. Многие результаты основополагающих технических наук, таких, как прикладная механика, сопротивление материалов, электротехника, радиоэлектроника и другие, не могут использоваться непосредственно на практике, ибо они оперируют идеальными объектами и теоретическими схемами. Стало быть, теперь нельзя уже рассматривать технические науки просто как связывающее звено между естествознанием и производством.

Решение сложных и комплексных

технических проблем также способствует постановке новых задач для теоретического исследования и стимулирует появление ряда новых отраслей и целых направлений фундаментального исследования. Достаточно напомнить хотя бы о кибернетике и близких к ней теориях информации, алгоритмов, моделирования и др. Все это показывает, что между фундаментальными и прикладными исследованиями существует тесная взаимосвязь и взаимодействие. Поэтому сами ученые обычно подчеркивают относительный и условный характер этого деления. П.

Л. Капица, например, признает, что деление науки на базисную (познавательную) и прикладную «во многом следует считать искусственным, и трудно указать точку, где кончается базисная и начинается прикладная наука»⁴. А. Ю. Ишлинский подчеркивает, что «часто самые отвлеченные науки вносят крупный вклад в развитие общества... и наоборот, используя науку в различных областях знания, мы сталкиваемся с явлениями, которые приводят к важным открытиям фундаментального характера»⁵.

Г. Н. Флеров и В. С. Барашенков считают «более целесообразным относить к фундаментальным такие исследования, которые посвящены изучению законов природы, лежащих в основе других известных нам закономерностей». Такой подход действительно дает возможность понять, какие исследования в данный период времени являются фундаментальными. С другой стороны, рассматриваемые в исторической перспективе, они с развитием и углублением познания в соответствующей отрасли науки неизбежно утрачивают фундаментальный характер, ибо то,

что считалось фундаментальным законом раньше, становится производным впоследствии. Это, конечно, вовсе не означает того, что всякое нефундаментальное исследование автоматически превращается

43

в прикладное. Прикладные исследования, будучи нефундаментальными по своему характеру, преследуют решение совершенно определенных практических целей. Поэтому они не могут опираться на слишком абстрактные понятия и идеальные

модели. Хотя технические науки значительно ближе связаны с производством, тем не менее многие их положения и результаты находят применение не непосредственно, а через инженерные разработки и проектирование. Вследствие этого взаимосвязь между наукой и производством приобретает весьма сложный, опосредованный характер.

Если представить эту связь схематически, то на самом высоком уровне абстрактности следует поместить базисные отрасли теоретического естествознания, которые заняты поисковыми исследованиями фундаментального

характера. Законы, принципы и теории этих наук отличаются наибольшей общностью в изучаемой области реального мира. В механике, например, такими законами будут известные законы движения точечных масс Ньютона, в электродинамике — уравнения Максвелла, в классической генетике — законы Менделя и т. д. Ниже располагаются теории и научные дисциплины, исследующие специфические формы проявления общих законов, скажем, теория колебаний или удара в механике, теория цепей или волноводов в электродинамике и т. д. Еще ниже

располагаются такие теории и дисциплины, которые принято относить к прикладным отраслям соответствующих наук, например техническая физика, прикладная механика, прикладная химия и технология и т. п.

В структуре технического знания можно выделить, в свою очередь, такие общетехнические дисциплины и теории, которые по уровню абстрактности понятийного аппарата и используемых моделей мало чем отличаются от частных теорий и дисциплин соответствующей базисной науки. Так, например, теоретические основы

электротехники, электроники или радиотехники, хотя и опираются **на** законы и принципы электродинамики, по отношению к другим техническим дисциплинам, таким, как теория электропривода или электрических машин, теория антенн и передающих устройств и **т. п.**, выступают как фундаментальные отрасли технического знания. Соответственно этому мы можем выделить в технической науке поисковые, фундаментальные исследования, прикладные исследования и собственно инженерные и проектные разработки, в которых научно-

техническая мысль получает свою реализацию в виде чертежей, проектов, моделей, схем, расчетов.

44

О критериях различия фундаментальных и прикладных исследований

Очень часто фундаментальные исследования, а нередко и науки характеризуют как теоретические, а прикладные — как практические исследования. Иногда тот же взгляд выражают в несколько видоизмененной форме: фундаментальные исследования

ставят своей целью открытие объективных законов реального мира, а прикладные ищут способы их использования на практике. Но что означает такое использование? Очевидно, что абстрактные теоретические законы, относящиеся к ненаблюдаемым на опыте свойствам и величинам, нельзя непосредственно использовать на практике. С другой стороны, прикладные исследования в рамках науки не могут быть простым описанием эмпирических действий, совершаемых в сфере производства и общественной жизни, ибо в таком случае они лишаются своего

научного статуса. В самом деле, если наука не ставит своей задачей открытие закономерностей в своей специфической области исследования и не стремится к построению теорий, то она не может считаться подлинной наукой. Конечно, в развитии науки существуют этапы, когда она вынуждена заниматься преимущественно накоплением и систематизацией эмпирического материала. Но даже на этой стадии ученые стремятся обобщить имеющийся материал и установить простейшие эмпирические законы. Очевидно, что когда речь идет о

противопоставлении фундаментальных наук прикладным, то не имеют в виду их сравнение по уровню развития. Это совершенно особый аспект рассмотрения, который характеризует степень теоретической зрелости науки, глубину раскрытия ею сущности исследуемых явлений. Каждая наука неизбежно проходит разные этапы своего развития.

Если же теоретический характер присущ только фундаментальным исследованиям, то прикладные исследования и науки превращаются в простое орудие для обслуживания запросов производства и экономики,

своего рода описание рациональных действий с вещами и явлениями, встречающимися на практике.

Разумеется, мы не отрицаем возможности научного подхода и к таким явлениям, и, по-видимому, праксеология Т. Котарбиньского была задумана именно для этой цели. Нам хотелось только подчеркнуть, что любая наука, на каком бы уровне развития она ни находилась и какие бы задачи ни ставила перед собой, всегда имеет дело с определенной системой понятий, законов и теоретических представлений. Таким образом, отличие между фундаментальны-

ми и прикладными исследованиями следует искать в характере тех понятий, законов и теорий, которые они стремятся установить. Конечно, гносеологический критерий при всей его важности недостаточен для выявления их специфики.

Фундаментальность нельзя сводить к одному критерию, ибо она определяется и целями познания, и социальной обусловленностью проблем, и возможностью использования знаний на практике, и воздействием науки на культуру и мировоззрение. Мы, однако,

ограничимся здесь рассмотрением социальных и гносеологических критериев, поскольку они представляются нам решающими.

Нередко коренное отличие прикладных исследований и наук от фундаментальных видят в том, что первые связаны с интересами людей, тогда как вторые изучают объективные законы, существующие независимо от воли, желания и целей человека. Поскольку же целенаправленная деятельность связана с субъектом, то прикладные науки иногда характеризуют как науки, в которых существенную роль играет именно субъективный фактор.

Б. М. Кедров подробно анализирует различные толкования терминов «фундаментальные» и «прикладные науки» и приходит к следующему выводу. «Прикладные науки как раз ставят своей задачей нахождение средств для достижения намечаемых человеком целей. Субъективный момент поэтому играет в них существенную, можно сказать, первостепенную роль»⁷. В фундаментальных науках субъективный момент, напротив, «элиминируется в той степени, в какой естествознание и общественные науки ставят перед собой задачу познать законы

внешнего мира совершенно независимо от того, какими бы их хотел видеть человек и как бы он хотел их использовать в своих интересах»⁸. Такое противопоставление прикладных наук фундаментальным может создать впечатление, что законы и теории прикладных наук в значительной мере субъективны, так как они существенно связаны с целями человека. С другой стороны, может показаться, что в фундаментальных науках исследователь не преследует никакой цели. Очевидно, автор имел в виду совершенно другое. Поскольку

наука есть одна из развитых форм целесообразной деятельности, то цели и в первом, и во втором случае всегда существуют. Но характер этих целей совершенно различный. Если цель прикладных исследований состоит в том, чтобы найти конкретные законы, опираясь на которые можно было бы эффективно решать практические задачи, то фундаментальные исследования предпринимаются для решения теоретических проблем. Эти проблемы могут возникать, например, в результате обнару-

жения несоответствия старой теории вновь открытым экспериментальным фактам или выявления противоречий в рамках самой теории, свидетельством чему могут служить парадоксы или формальнологические противоречия.

Какие бы, однако, проблемы ни решали различные науки, все они стремятся объяснить факты и явления известные и предсказать неизвестные. Именно объяснительная и прогностическая функции науки дают возможность использовать ее для руководства практической деятельностью,

преобразования природной и социальной среды. В этой общности основных функций проявляется связь между фундаментальными и прикладными исследованиями. С другой стороны, здесь же можно установить различие между ними.

Фундаментальные законы и теории раскрывают наиболее глубокие, существенные связи между явлениями, внутренний механизм происходящих при этом процессов. Именно поэтому они служат основой или фундаментом для прикладных исследований. По этой причине глубина объяснения и точность предсказания, осуществляемые с

помощью законов и теорий фундаментальных наук, значительно превосходят возможности прикладных наук. Нередко поэтому законы прикладных наук рассматривают как феноменологические⁹, а фундаментальных — как теоретические. В то время как первые описывают законы функционирования предметов и явлений, вторые вскрывают внутренний механизм происходящих при этом процессов. Так, например, закон теплового расширения тел устанавливает необходимую связь между нагреванием тела и

увеличением его размеров, а закон Бойля— Мариотта — зависимость объема газа от давления. Но эти законы не объясняют, почему и как происходит увеличение размеров тела с его нагреванием или уменьшение объема газа с увеличением давления. Такое объяснение, как известно, было достигнуто с помощью законов, которые лежат в основе молекулярно-кинетической теории.

Феноменологические законы имеют дело со свойствами и величинами, непосредственно наблюдаемыми на опыте. Очень часто эти величины удастся измерить и сами законы

выразить на точном языке математики. Но это не значит, что такие законы сводятся к чистому описанию явлений. В **них** также используются абстракции и идеализации. Стоит напомнить, что закон Бойля — Мариотта выполняется для так называемых идеальных газов. И все же уровень абстрагирования и идеализации в феноменологических законах значительно ниже, чем в теоретических. Именно поэтому феноменологические законы и теории преобладают в при-

кладных науках, которые стоят ближе к конкретной действительности. Но это не исключает существования таких законов в науках фундаментальных, в особенности если рассматривать их в процессе развития. Хорошо известно, что основные законы термодинамики, по существу, являются феноменологическими законами, хотя в эпоху паровых машин они служили фундаментом всех прикладных исследований в своей области. Однако стремление к более полному и глубокому раскрытию сущности изучаемых наукой процессов приводит к открытию

теоретических законов, с помощью которых и достигается объяснение феноменологических законов.

Понятия и законы статистической механики в рассмотренном нами примере послужили основой для более глубокого понимания и обоснования термодинамических законов.

По точности предсказания феноменологические и теоретические законы также сильно отличаются друг от друга. Эта точность, в свою очередь, определяется глубиной раскрытия существенных связей исследуемых явлений. Если, например, сравнить

закон всемирного тяготения и теорию гравитации Ньютона с феноменологическими законами движения планет Кеплера, то станет ясным приближенный характер последних. В свою очередь, теория тяготения Эйнштейна установила границы применимости теории Ньютона. Поскольку каждая из последующих теорий будет содержать в качестве предельного случая предыдущую, то и точность предсказаний первых, выше, чем вторых. На практике обычно интересуются лишь приближенными результатами и поэтому чаще обращаются к феноменологическим

законам, чем к теоретическим. Вот почему в большинстве технических наук и инженерных расчетов пользуются геометрией Евклида и классической механикой Ньютона и не применяют ни неевклидову геометрию, ни теорию относительности Эйнштейна. Впрочем, когда возникает в этом практическая необходимость, например при конструировании ускорителей для элементарных частиц, обязательно учитываются также релятивистские эффекты и в связи с этим используются результаты теории относительности.

Отличие фундаментальных наук от

прикладных находит свое выражение не только в глубине раскрытия сущности исследуемых явлений, но и в широте применения их законов и теорий. Законы, используемые в прикладных науках, по необходимости носят ограниченный характер, так как они устанавливают связи между свойствами и величинами, измеряемыми на практике. В отличие от этого теоретические законы содержат величины, которые могут быть определены косвенным путем, а именно через сложную цепь логических выводов, вытекающих из теории.

Всякий теоретический закон, по сути дела, представляет обобщение феноменологического закона, хотя такое обобщение и нельзя получить чисто логическим путем. Для этого обычно прибегают к помощи гипотезы. Если из этой гипотезы в качестве следствия вытекают более частные законы, в том числе хорошо проверенные на опыте феноменологические, тогда существуют веские основания считать ее теоретическим законом. В конечном итоге область применения закона и теории зависит от глубины

их содержания. Чем глубже закон или теория, тем шире сфера их применения. Таким образом, с гносеологической точки зрения отличие фундаментальных наук от прикладных выражается в разной степени проникновения в сущность изучаемых ими явлений. Если прикладные науки раскрывают сущность первого порядка, то фундаментальные науки выражают более глубокую сущность второго порядка.

Это гносеологическое отличие находит свое проявление в характере и уровне абстракций, используемых в фундаментальных и прикладных

науках. Б. М. Кедров, отмечая указанное обстоятельство, считает возможным привлечь для решения вопроса о соотношении этих наук метод восхождения от абстрактного к конкретному, развитый К. Марксом ". «Переход от „чисто" научного, фундаментального исследования к выяснению возможности практического приложения полученных теоретических знаний, — пишет он, — есть переход от абстрактного к конкретному»". Здесь неясно, однако, что имеет в виду автор, когда говорит о конкретном. Маркс, характеризуя свой метод восхождения от абстрактного к

конкретному, различает, во-первых, конкретную действительность как исходный пункт созерцания и представления и, во-вторых, конкретное знание, представляющее воспроизведение конкретной действительности в мышлении.

«Конкретное,— подчеркивал он,— потому конкретно, что оно есть синтез многих определений, следовательно, единство многообразного. В мышлении оно поэтому выступает как процесс синтеза, как результат, а не как исходный пункт, хотя оно представляет собой действительный исходный пункт созерцания и

представления. На первом пути полное представление испаряется до степени абстрактного определения, на втором пути абстрактные определения ведут к воспроизведению конкретного посредством мышления» ".

49

Первый путь, который Маркс называет аналитической стадией исследования, приводит к образованию различных отдельных абстракций. На втором пути осуществляется синтез этих абстракций и происходит восхождение от абстрактного к

конкретному знанию. С точки зрения этого метода фундаментальные науки мало чем отличаются от прикладных. Любая наука представляет определенную систему понятий, законов, теорий и поэтому дает нам конкретное знание об изучаемой области действительности.

Однако абстракции, встречающиеся в фундаментальных и прикладных исследованиях, значительно отличаются друг от друга как по своему уровню, так и по сфере применения. Раскрывая более глубокую сущность явлений, фундаментальные науки должны использовать более сильные

абстракции, чем прикладные. Поэтому первые гораздо труднее применить **на** практике, чем вторые. Можно даже сказать, что прикладные науки есть тот канал, через который главным образом осуществляется связь фундаментальных наук с практикой.

Любой процесс применения или проверки теории на практике связан с заменой абстрактных объектов их конкретными представителями. С. А. Яновская называет такую замену исключением абстракций, так как «научный смысл имеют только абстракции, которые отражают какое-либо существо дела и поэтому

заведомо приложимы к чему-нибудь, т. е. которые можно исключать»¹³.

В самом деле, нельзя производить никаких реальных экспериментов ни с геометрическими точками, ни с материальными точками физики и подобными им идеальными объектами, поскольку таких тел нет в природе. Именно поэтому применение теории требует конкретизации и спецификации ее абстракций.

Решение вопроса о том, как исключить те или иные абстракции, зависит от конкретных условий и целей практического применения

теории. При этом вовсе нет необходимости, чтобы вместо абстрактных объектов рассматривались те или иные физические предметы, свойства которых приближенно отображаются в этих абстракциях. Чаще всего абстрактные объекты более высокого порядка и соответствующие им теории находят интерпретацию через абстракции и теории более низкого порядка. Скажем, для практического применения геометрии Евклида мы должны дать некоторую физическую интерпретацию ее исходным абстрактным понятиям: точке, прямой и плоскости. Но в результате

такой интерпретации геометрия из части математики превращается в часть физики.

Аналогичным образом обстоит дело с отношением понятий фундаментального характера к прикладным. Более абстрактные понятия следует связывать с менее абстрактными и конкретными понятиями. Соответственно этому общие зако-

50

ны, характеризующие поведение абстрактных объектов, станут специфическими законами

функционирования более конкретных объектов, которые служат предметом прикладных исследований. Конечно, фундаментальная наука при этом не превращается в прикладную. Речь идет об их взаимосвязи, об использовании законов и теорий фундаментального характера в прикладных исследованиях посредством их интерпретации и спецификации.

Таким образом, когда заходит речь о переходе от абстрактного к конкретному при сопоставлении фундаментальных и прикладных исследований, то фактически имеют

в виду спецификацию и конкретизацию абстракций, переход от абстрактных объектов более высокого уровня к объектам более низкого уровня. Для того чтобы познать явления, мы должны ввести абстрактные объекты более высокого уровня, но чтобы применить теории на практике мы обязаны исключить абстракции более высокого уровня. Конечно, в прикладных исследованиях имеют дело не только с понятиями, которые конкретизируют абстрактные понятия фундаментального характера, но и со своими специфическими понятиями, так же

как и законами и принципами.

Сравнивая различные теории, научные дисциплины и целые отрасли научного знания, мы должны, во-первых, выявить объекты их исследования (онтологический аспект), во-вторых,— глубину постижения ими сущности изучаемых явлений (гносеологический аспект), в-третьих,—возможность использования одной теории для разработки и проверки другой (методологический аспект) и, наконец, в-четвертых,— пути практического использования более абстрактных теорий и дисциплин

через менее абстрактные, стоящие ближе к действительности (прагматический аспект).

С этой общей точки зрения фундаментальные исследования будут отличаться от прикладных по своему объекту тем, что они охватывают более широкий круг явлений, независимо от того, могут ли эти явления быть использованы в практических целях или нет. Ясно, что такая широта охвата требует и более глубокого раскрытия сущности явлений, использования более сильных абстракций и идеализации. Преимущество законов и теорий фундаментального характера состоит

именно в их общности и глубине, но связанная с этим абстрактность препятствует непосредственному применению их на практике. Вот почему становятся необходимыми прикладные исследования и теории, которые через инженерные разработки и проекты способствуют внедрению новых научных идей в производство.

51

Место технических наук в системе научного знания

Связь между фундаментальными и прикладными исследованиями, с

одной стороны, и практикой и производством — с другой, имеет, как мы видели, довольно сложный и зачастую опосредованный характер. Прежде всего прикладные исследования существуют в каждой базисной науке. Такие приложения имеются не только в физике, химии, биологии и других отраслях естествознания, но и в социальных и гуманитарных науках. Так, например, наряду с политической экономией, изучающей общие законы экономического развития общества, есть целый ряд прикладных наук, исследующих специфические экономические закономерности,

относящиеся к организации производства в целом и отдельных его отраслей, размещению производительных сил, распределению ресурсов и т. д. Инженерная психология может служить примером прикладной дисциплины в области гуманитарных наук. Даже в такой абстрактной науке, как математика, стало общепринятым говорить о чисто теоретических и прикладных исследованиях. Все это показывает, что теоретический и прикладной аспекты присущи каждой достаточно развитой отрасли естественных или общественных наук. Есть веские

основания говорить также о прикладных исследованиях в науках, изучающих мышление, свидетельством чего могут служить некоторые разделы психологии, связанные с обучением и педагогикой.

Фундаментальные отрасли наук могут связываться с практикой не только и не столько через прикладные исследования в собственной области, сколько через особые группы наук, наиболее близко связанных с запросами производства, экономики и других отраслей народного хозяйства и культуры. К числу таких наук относятся прежде

всего технические и инженерные дисциплины, опирающиеся на результаты фундаментальных и прикладных исследований в области математики, механики, физики, химии, геологии и других наук. Сельскохозяйственные и медицинские науки связывают биологию с производством и здравоохранением. Политическая экономия связана с народным хозяйством через прикладные экономические дисциплины, изучающие конкретные стороны и особенности функционирования экономического базиса общества.

Обращаясь теперь к определению места и специфики технических наук в рамках научного знания, мы должны с самого начала подчеркнуть, что правильное представление об этом можно получить только тогда, когда эти науки рассматриваются, во-первых, в общей системе, связывающей фундаментальные отрасли знания с производством. Во-вторых, в самом техническом знании следует различать поисковые, фундаментальные исследования и общетехнические науки, а также науки, разрабатывающие более частные и конкретные проблемы, на

результаты которых непосредственно опираются инженерное проектирование и расчеты. Конечно, технические науки являются прикладными по своим целям и методам исследования, ценностной ориентации и назначению. Хотя они, как и любые другие науки, непосредственно работают не с техническими объектами и устройствами, а с идеализированными моделями, тем не менее эти модели строятся с учетом специфических особенностей инженерных объектов. Мы уже не говорим о том, что большинство технических

дисциплин содержит методы расчета и проектирования технических устройств и конструкций.

Первоначально технические науки возникают для решения чисто прикладных задач на основе применения результатов таких фундаментальных наук, как механика, гидравлика, физика, химия и т. д. Впоследствии процесс развития усложняется. С одной стороны, в рамках самих фундаментальных наук все больше обособляются специальные прикладные исследования, с другой — в системе технического знания выделяются теоретические

исследования и дисциплины, имеющие фундаментальный характер для различных отраслей технических наук.

В настоящее время связь между техническими науками и фундаментальными отраслями естествознания опосредуется через прикладные исследования в самом естествознании. Именно поэтому можно говорить о прикладных науках в более широком смысле, т. е. включающем не только техническое знание, но и те отрасли естественных и общественных наук, которые ориентируются на практическое использование

результатов фундаментальных исследований.

В чем же тогда состоит различие между техническими науками и прикладными отраслями фундаментальных наук? Как нетрудно понять из предыдущего изложения, такое отличие касается прежде всего характера теорий, принципов и закономерностей, с которыми имеют дело эти науки. Конечно, определяющим здесь является различие целей, ориентации и методов. В то время как прикладные отрасли естествознания стремятся найти общие принципы и методы использования результатов

фундаментальных исследований, технические науки нацелены на изучение конкретных спо-

53

собов применения этих принципов для конструирования машин, механизмов и других технических устройств, а также усовершенствования и создания новой технологии производства. Разумеется, технические науки сами по себе не занимаются проектированием, конструированием и расчетом машин и технических устройств. Этим занимаются инженеры, но они делают это,

опираясь на принципы, схемы и методы расчета, которые разрабатываются в технических науках.

До сих пор, говоря о техническом знании, мы рассматривали его в основном по направленности результатов исследования и связи его с производством и практикой. Однако для выявления специфики технических наук и определения их места в общей системе научного знания необходимо ближе ознакомиться с объектом и методами **их** исследования.

Поскольку технические науки

исторически сформировались в результате развития фундаментальных отраслей естествознания как средство приложения их идей на практике, то обычно по объекту исследования их сравнивают с естественными науками. Объектом исследования естествознания в самом широком смысле являются природа, различные формы ее движения и закономерности, которые присущи этим формам. Технические науки имеют дело главным образом с искусственно созданными предметами, конструкциями и устройствами, т. е. с той частью

природы, которая благодаря целесообразной практической деятельности стала «очеловеченной». Но это, конечно, вовсе не означает, что законы природы перестают действовать в технических устройствах. Будучи частью природы, последние также подчиняются этим законам. Вся техника основывается на сознательном использовании объективных законов природы.

Существенное различие здесь состоит в том, что если в природе эти законы действуют безотносительно к целям и намерениям человека и нередко

приводят к разрушениям и стихийным бедствиям, то в технике человек стремится сознательно использовать их в интересах общества. Конечно, люди не могут отменить или преобразовать законы природы, но они могут, изменив условия протекания закона, добиться их действия в желательном направлении. Изменение условий действия законов служит важнейшим принципом целесообразной деятельности человека, подчинения сил и веществ природы, необходимой предпосылкой всей технической цивилизации. Использование энергии воды, ветра, пара,

электричества, атомного ядра и т. п. становится возможным именно благодаря машинам и техническим устройствам, в которых посредством изменения условий действия соответствующих законов удастся поставить эти силы природы на службу человеку.

54

Таким образом, объектом исследования технических наук служат искусственно созданные предметы, конструкции и устройства, которые основываются на объективных законах природы и служат для удовлетворения

определенных практических потребностей общества. Конечно, противопоставление искусственного естественному при сравнении объектов исследования техники и естествознания носит относительный характер, так как искусственно созданная «природа» подчиняется объективным законам, открываемым естествознанием. Но в ограниченных рамках такое противопоставление лучше оттеняет различие предметов, задач и целей исследования естествознания и технических наук.

Различие в объектах исследования сказывается на методах,

применяемых естественными и техническими науками. Те и другие науки используют как эмпирические, так и теоретические методы исследования. Однако характер и глубина понятий и законов этих наук, приемы и средства эмпирического исследования во многом отличаются друг от друга. Мы уже отмечали, что идеальные модели, с которыми работают технические науки, ближе связаны с инженерными объектами, они более конкретны и осязаемы. В. Г. Горохов и В. М. Розин считают специфичным для технических наук именно «изоморфизм строения идеальных объектов строению

инженерных объектов,
моделируемых с помощью знаний
данной технической науки»¹⁴ .
Следует также отметить, что
прикладные технические
дисциплины широко прибегают и к
построению материальных моделей
как для проверки будущих
сооружений и устройств, так и для
расчетов, в особенности в тех
случаях, когда нет достаточно
разработанной теории
соответствующих процессов.

Специфика технических наук, как
мы видели, в значительной мере
определяется направленностью и

ориентацией исследований на решение практических проблем. Поэтому зачастую все технические исследования безоговорочно относят к прикладным отраслям науки". Но такое категорическое утверждение уже не отвечает современному уровню развития технического знания. В рамках самого этого знания можно выделить науки, которые служат в качестве теоретического фундамента для специальных технических дисциплин и инженерных разработок. Поэтому нередко такие науки называют общетехническими или теоретическими. Так, например,

теоретическая электротехника
служит тем

55

фундаментом, на который опираются более специальные технические дисциплины вроде теорий электропривода, электрических машин, электроматериаловедения и т. п. То же самое можно сказать о теории сопротивления материалов, служащей основой для расчета прочности деталей машин, узлов и конструкций. Методы такого расчета изучаются в соответствующих специальных технических дисциплинах (детали машин, расчет

конструкций и сооружений и т. д.).

Опираясь на эти соображения, мы можем говорить о фундаментальных, поисковых исследованиях в рамках самих технических наук. Критерий фундаментальности часто связывают именно со свободным поиском новых законов, принципов и идей.

Соответственно этому к фундаментальным относят исследования, предпринимаемые для развития самой науки, вытекающие из внутренней логики движения ее понятий и теорий. Естественно, что понятия и теории такой науки должны служить основой для разработки теорий более

специальных наук. С этой точки зрения исследования в области теоретических основ электротехники или сопротивления материалов можно отнести к числу фундаментальных, если мы будем помнить, что эта фундаментальность определяется по отношению к специальным прикладным техническим исследованиям.

Следует также обратить внимание на то, что технические науки, в особенности связанные с созданием новейших установок, машин и механизмов, как правило, опираются на результаты прикладных исследований во многих отраслях

фундаментальных наук и общетехнических дисциплин. Космическая техника, ядерная энергетика, современные приборы и устройства автоматического контроля и регулирования, телеуправление и многие другие отрасли новой техники обязаны своим развитием достижениям целого комплекса фундаментальных и прикладных наук. Естественно поэтому, что специальные технические теории и дисциплины, которые ориентированы на создание такой техники, должны использовать результаты исследований целого ряда наук.

В этом отношении технические науки во многом отличаются от прикладных отраслей современного естествознания. Последние имеют дело с использованием результатов какой-либо определенной фундаментальной науки.

Техническая физика, например, ищет пути и средства применения открытых физикой общих закономерностей, управляющих физическими явлениями того или иного рода. Прикладная химия стремится найти способы использования вновь обнаруженных в теоретической химии закономерностей в химиче-

ской технологии и т. д. Для производства же материалов с заданными физико-химическими свойствами или при создании атомных реакторов приходится опираться на результаты прикладных исследований не только в физике и химии, но и в других отраслях естествознания и технических наук. Конечно, при этом необходимо различать техническое знание и методы исследования от инженерного знания и разработок. Именно через них, как мы видели, и осуществляется непосредственная

связь технических наук с производством.

В заключение отметим, что в настоящей статье мы не пытались рассматривать специфику технических наук во всем многообразии их связей с материальным производством, экономическим базисом, естественными и общественными науками и культурой в целом. Наша задача состояла лишь в том, чтобы, исходя из предлагаемого решения проблемы соотношения фундаментальных и прикладных наук, определить место технических наук в общей системе научного

знания.

¹ Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, с. 244.

² Там же, с. 87.

³ См.: *Роррег К.* Тъе lo[^]с o! вйепиПс (Изсоуегу. N. У., 1968, р. 23.

⁴ *Капица П. Л.* Эксперимент, теория, практика. М., 1974, с. 258.

⁵ *Ишлинский А. Ю.* Взаимосвязь между фундаментальными и прикладными науками и техникой.— В кн.: *Философские основания естественных наук.* М., 1976, с. 144.

^В *Флеров Г. Н., Барашенков В. С.* Наука в век научно-технической революции.— *Вопр. философии*, 1974, № 9, с. 64.

⁷ *Кедров Б. М.* Соотношение

фундаментальных и прикладных наук.—

Вопр. философии, 1972, № 2, с. 45.

8 Там же, с. 46.

9 См.: Ишлинский А. Ю. Взаимосвязь между фундаментальными и прикладными науками и техникой, с. 145.

10 См.: Кедров Б. М. О науках фундаментальных и прикладных.— Вопр. философии, 1972, № 10, с. 39. " Там же, с. 40.

12 Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 727.

13 Яновская С. А. Методологические проблемы науки. М., 1972, с. 241.

14 Горохов В. Г., Разин В. М. К вопросу о специфике технических наук в системе научного знания.— Вопр. философии, 1978, № 9, с. 76.

15 См.: Алексеев И. С. Наука: Структура науки.— БСЭ. 3-е изд. М., 1974, т. 17, с. 963.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Г. И. ШЕМЕНЁВ

Одной из характерных черт философских исследований последнего десятилетия является возросший интерес к методологическим и гносеологическим проблемам прикладных наук, выяснению их природы, специфики и функций. Он обусловлен прежде всего современной научно-технической

революцией, вызвавшей глубокие, качественные изменения в системе научного знания.

Среди большого числа выдвинутых в этой связи проблем видное место занял и философский анализ особенностей технических наук и факторов их развития. Следует заметить, что первые попытки рассмотрения содержания понятийного аппарата, социальных функций, методов технических наук были предприняты в нашей стране специалистами еще в начале тридцатых годов в связи с решением задач индустриализации народного хозяйства. Но начало собственно

философского анализа технических наук относится к концу шестидесятых годов¹. С тех пор произошел заметный рост числа публикаций, теоретических конференций, количества исследователей технических наук². Поэтому выяснение генезиса технического знания, его оснований в известной мере опирается на общепринятые, установившиеся решения многих методологических проблем. Это обстоятельство способствует также преодолению трудностей, обусловленных отсутствием «писаной» истории технических наук.

В данной статье рассматриваются исторические предпосылки и основные этапы развития технических наук. При этом мы отвлекаемся от многих деталей и зигзагов исторического процесса, руководствуясь принципом единства исторического и логического, по которому действительный исторический процесс в каждом своем моменте рассматривается «в той точке его развития, где процесс достигает полной зрелости, своей классической формы»³.

*Философско-социологические
основания технического знания.*

Философско-социологическое рассмотрение предпосылок технического знания показывает, что определяющим моментом здесь выступает особенная, специфическая форма преобразующей деятельности субъекта — техническая практика. Техническая практика является органиче-

58

ским компонентом практики, взаимодействующим со всеми другими ее формами, но обладающим в то же время относительной самостоятельностью и специфическими социальными

функциями. Содержание технической практики составляет переработка природных объектов, изменение формы природных тел с целью создания искусственных технических средств (технических объектов), способных осуществлять функции средств деятельности человека и направленных на удовлетворение общественных потребностей. В технической практике субъект опирается на «содействие» самой природы. Как отмечал Маркс, «человек в процессе производства может действовать лишь так, как действует сама природа», имея в виду, что он «может

изменять лишь формы веществ»⁴ .
Этот процесс возможен в силу того, что способом существования природных тел и процессов является движение в бесконечно многообразных формах своего проявления.

Человек, развивая материальное производство, изменяет естественные связи природных объектов, заменяет их новыми, не встречающимися в природе, создавая таким образом «вторую» форму объективного процесса, вовлеченного в систему общественных отношений.

Современная наука и общественно-

историческая практика разрушили представление о единственности естественного состояния экосферы и обосновали взгляд, по которому возможны иные, более «целесообразные», с точки зрения общества, состояния равновесия природных систем. Разумеется, все искусственно вызванные изменения могут осуществляться только в рамках объективных законов и свойств, определяющих формы возможных преобразований. «Чтобы действовать с какими-либо шансами на успех, надо знать тот материал, на который предстоит воздействовать»⁵. Такое знание не может

ограничиваться знанием свойств материальных образований, проявляющихся в их природном бытии. Включение природных объектов в искусственные условия, обеспечивающие «заданное» поведение, с необходимостью требует накопления дополнительных знаний, позволяющих субъекту в результате переработки этих объектов осуществить «свою сознательную цель»".

В своем историческом развитии этот вид знания в меру усложнения технической практики обретает статус технических наук.

Дальнейшая конкретизация

отмеченных здесь исходных философских характеристик технической практики, области технических исследований и их специфики позволяет понять, каким образом «задается» предмет технических наук, выяснить характер их оснований, способ построения данной системы знания.

59

Орудийная деятельность — основа и источник донауч-ного технического знания. Техническая практика убедительно показывала огромную силу и выгоду овеществления накапливаемых знаний о свойствах

предметов. В первобытном обществе при превращении природного материала в средства для обработки земли люди целесообразно изменяли их форму, добиваясь повышения прочности, силы воздействия рабочей части на обрабатываемый предмет, и, таким образом, повышали эффективность технических средств труда в достижении намеченной цели, облегчали свой труд за счет лучшего приспособления формы природного материала к определенной функции.

Позднее, в эпоху железного плуга, водяных мельниц, гончарного круга, первых примитивных станков,

совершенствование средств труда усилило возможности мускульной силы человека, а со временем позволило заменить ее энергией животных, воды, ветра. За многие столетия до нашей эры были созданы выдающиеся технические устройства, не потерявшие значения в наше время: блоки для подъема тяжестей, винты, рычаги, зубчатые колеса и другие механизмы и орудия.

В ходе тысячелетней орудийной деятельности людей был накоплен огромный массив эмпирических знаний. Уже «механика первобытного человека была

достаточно обширной» ⁷ : в первом тысячелетии до нашей эры существовал лучковый токарный станок, на котором обрабатывались изделия из древесины, кости, камня; в IV или V в. до н. э. появились водяные мельницы. Но как бы ни были значительны технические достижения этой эпохи, развитие знаний, имеющих отношение к процессу материального производства на базе орудийной техники, имело крайне ограниченные возможности. Достигнутый уровень был недостаточен для создания средств, необходимых для «теоретического

покорения природы». Ограниченный
объем знаний и опыта был
непосредственно обусловлен самим
трудом и поэтому «не развивался в
качестве отделенной от него
самостоятельной силы... не выходил
за пределы... лишь очень медленно и
понемногу расширяемого собирания
рецептов. (Эмпирическое овладение
тайнами каждого ремесла.)» ⁸

Дальнейшее развитие технического
знания связано с возникновением
машинного производства,
качественно изменившего характер
технической практики, содержание
трудовой деятельности. Применение

машин настолько пре-

60

образовало труд, что знание и опыт стали развиваться в качестве отделенной от него самостоятельной силы (Маркс). Опытное техническое знание со временем, в меру удовлетворения технических потребностей общества превратилось в относительно самостоятельный специфический вид научного знания.

Возникновение технических наук.

Исторически возникновение и становление первых технических

наук относят к концу XVIII — первой трети XIX в. Механика машин «к концу первой трети XIX столетия... выделилась в отдельную науку, причем ее основным содержанием оказалась кинематика — наука о движении»⁹. Машина отличается высокой эффективностью, в основе которой лежит ее способность превращения сил природы (ветра, воды, пара, электричества) в агенты общественного труда. Таким образом, машину как технический объект отличают быстроедействие, непрерывность технологических фаз, автоматизм, высокие параметры орудий, возможность соединения

многих орудий, приводимых в движение одним и тем же механизмом.

Использование природных сил, овеществляемых в машинах, в качестве неперемennого условия требовало сознательного применения естествознания. Это обстоятельство вызвало революционные изменения в характере самой познавательной деятельности. Именно в силу этого в капиталистическом производстве «впервые возникают такие практические проблемы, которые могут быть разрешены лишь научным путем. Только теперь опыт и наблюдения — и настоятельные

потребности самого процесса производства — впервые достигли такого масштаба, который допускает и делает необходимым применение науки»^{1Э}.

Таким образом, возникла потребность в прикладном научном знании. Эмпирическое, опытное естественно-техническое знание получило мощный импульс к развитию, к превращению в особую систему научного знания. Овеществление естественнонаучных знаний с целью создания рабочих машин определило необходимость в таком виде научного знания, которое

способно указать, каким образом
исследованные даровые природные
силы поставить на службу
производству.

Технические знания в виде
эмпирических обобщений и законов,
полученных индуктивным методом,
начали систематизироваться в XVIII
и XIX вв. Типичным примером
такого обобщения может служить, к
примеру, сформулированный Р.
Гуком закон, выражающий
эмпирически найденную
зависимость между прилагаемым
усилием и деформацией упругих тел.

Но создание машин «делает необходимым применение науки» (Маркс) в ее более или менее развитой форме. Дело в том, что создание орудийной техники может ограничиться опытным, эмпирическим знанием. Здесь субъект познания, сообразуясь со своей целью, применяет познанные свойства одних вещей как орудия воздействия на другие вещи, фиксируя в сознании их структуру, новые связи, свойства и отношения, характеризующие преобразование естественного процесса в формируемый технический объект.

Лишь в середине 40-х годов XIX в.

«были выяснены важные вопросы теории движения машины, роль сил инерции в машинах, заложены основы теории регулирования и создан достаточно действенный метод графоаналитического расчета маховика» ". Это со временем привело к становлению кинематики механизмов и динамики машин как двух разделов науки о машинах.

Данные наблюдения и эксперимента, отражающие эмпирические зависимости, фиксируются в форме феноменологических законов, таблиц, графиков, чертежей. Эмпирические данные составляют исходную основу для теоретического

объяснения.

Переход на теоретический уровень науки о машинах связан с идеализацией реальных свойств механизмов и машин. В теоретических понятиях наиболее адекватно отражаются самые существенные свойства этих механизмов и машин. В процессе идеализации строится теоретическая модель в виде сочленений кинематических схем механизмов, кинематических пар, звеньев и т. д. Кинематические цепи рассматриваются как абстракции механизмов, в которых допустимо отвлечение от материалов, нагрузок,

размеров и т. п. Теоретически обосновываемые закономерности построения размерных цепей в машинных устройствах, законы регулирования действующих в них сил, классификация механизмов имеют важное значение при конструировании машин самого различного назначения. Чтобы перейти к конструированию и расчету реальных механизмов, необходимо учитывать данные о мощности, скорости, типах передач, физической природе процессов и т. п.

Основной теоретико-познавательной задачей, составляющей

значительную часть содержания теории машин, является теоретически обоснованный «выбор схемных решений, которые определяются в основном принципом и последовательностью технологического процесса»¹² . Поэтому теоретическое описание машины выступает как органическое единство ее конструктивно-технологических и функциональных характеристик. Конструктивная реализация полученных **схемных** решений свое научное обоснование получает в методе технических наук.

Основные компоненты технического знания {на примере теории машин}.

Гносеологический анализ теории машин, первой и наиболее развитой ныне технической науки, дает достаточно оснований для того, чтобы «сконструировать» примерную модель технической науки как специфического вида научного знания. Такая модель может в сжатом виде выявить основные, «типовые» компоненты и структуру понятийного аппарата. На ее основе становится возможным составить известное представление о генезисе и развитии многих технических наук, не прибегая к анализу **каждой из**

них. Такие элементы технической теории, как идея, принцип, закон, понятие, метод и т. п., рассматриваемые через призму отражаемых в них существенных свойств технических объектов в их системной связи, наиболее четко обнаруживаются в теории машин. Это позволяет ей быть, по известному выражению Маркса, «ключом к анатомии» других технических наук.

На наш взгляд, в понятийном аппарате современной теории машин следует выделить следующие компоненты.

1. Социально-техническая идея как отражение социального противоречия, определившего техническую потребность в механизации производства. Социально-техническая идея выступает исходным моментом в объяснении социальной функции технического объекта и построении его теории.

2. Естественно-технический принцип теории машин. Таким принципом явился принцип конструирования искусственной системы взаимодействующих механизмов, способной реализовать

заданную социальную функцию.

3. Социально-техническая идея, естественно-технический принцип ее реализации определяют предметное содержание и метод теории машин, вскрывают целую совокупность собственно технических противоречий машинных устройств, проявляющихся в каждом техническом параметре технических средств (оптимальность, технологичность, надежность, быстродействие, точность, жесткость и т. д.), разрешение которых ведет к технической оптимизации функции

машинного устройства путем постоянно контролируемого взаимодействия между отдельными элементами конструкции.

Теоретическое их выяснение составляет важный раздел теории **машин**.

4. Конструктивно-технический метод в науках о **машинах** представляет важнейший структурный элемент теории. В отличие от других, более частных локальных технических наук здесь метод функционирует только в самых главных чертах, поскольку конструктивное воплощение теоретической модели машины рассматривается

практически за пределами данной теории.

63

Существует точка зрения, согласно которой функция технических наук состоит только в том, чтобы дать ответ на вопрос, «как это сделать?». На наш взгляд, задача состоит в том, чтобы из огромного числа узких, ограниченных, частных методик, эмпирически обоснованных отдельными техническими дисциплинами, вычленить наиболее общие приемы и принципы проектно-конструкторской деятельности и создать теорию

метода для всего региона технических наук. Нам представляется, что таким общим методом является конструктивно-технический метод. Его обоснование должно включать общие принципы и процедуры познавательной деятельности и овеществления технических знаний в процессе создания технических объектов. Расчленение научных и технических знаний на теоретические и методические (теорию и метод) в наиболее развитых технических науках ныне получает все более четкое выражение. Для большинства технических наук эта задача

выдвинулась на первый план. При этом следует отличать конструктивно-технический метод науки от проектно-конструкторских разработок типовых серийных технических объектов. При наличии большого сходства многих процедур (принятие решений, принципы и приемы создания или усовершенствования прототипов технических устройств и т. д.) принципиальное отличие конструктивно-технического метода как превращенной формы теории состоит в том, что он не «связан» с заранее принятыми техническими заданиями, эскизными проектами и

рядом других ограничений. Этот метод органически вытекает из теории технического объекта. Его основанием, как и теории, выступает техническая практика в целом, а не ее частные технические отрасли. Метод поэтому теоретичен в том смысле, что не довольствуется собиранием эмпирически найденных удовлетворительных рецептов, он ставит задачу получения новой информации, приращения знаний с целью создания средств наиболее эффективного осуществления теории и ее развития.

Гносеологический анализ теории машин во многом проясняет генезис

и ряда других технических наук, их становление и развитие. В частности, это относится к изучению технической термодинамики. Известно, что внедрение рабочих машин вызвало революцию в энергетике. Насущной потребностью явилось создание двигателя, «который, потребляя уголь и воду, сам производит двигательную силу и мощность которого находится всецело под контролем человека... который, будучи городским, а не сельским, как водяное колесо, позволяет концентрировать производство в городах... универсальный по своему

техническому применению...» " В этом состояла суть социально-технической идеи.

64

В конце XVIII — начале XIX в. в результате усилий изобретателей целого ряда промышленно развивающихся стран был найден естественно-технический принцип создания такого двигателя ". Его реализация завершилась разработкой основ технической термодинамики. Дальнейшее повышение эффективности производства было связано с преодолением целого ряда недостатков паровой техники. В

конечном счете был создан электрический двигатель, открывший эпоху электрификации. В результате этого в XIX в. возник целый цикл технических теорий разной степени общности (электротехника, теории электродвигателей, привода, линий передачи, единых энергетических систем и т. д.).

К середине XX в. сформировалась целая совокупность технических наук, теоретически обосновывающих создание сложных по своей структуре и многообразию функций технологических, энергетических, транспортных, информационных п

других систем машинной техники ". Известно, что этот период ознаменовался началом научно-технической революции, оказывающей огромное преобразующее влияние на все стороны жизни общества. В главных чертах эти революционные изменения в технических науках, как нам представляется, состоят в следующем.

1. Если ранее технические средства, выступающие в форме отдельных машин, исследовались, проектировались и создавались автономно, обособленно, то в условиях НТР технические

исследования и конструкторские разработки автоматических систем возможны только путем интеграции знаний при учете соответствующих социальных параметров. Возникла необходимость органического синтеза данных теоретического естествознания, технических и общественных наук.

2. Изменились и логико-гносеологические характеристики технического знания. Технические явления и процессы все больше исследуются теперь с системных позиций как имеющие сложную стохастическую природу. В связи -с этим широкое применение

получают вероятностно-статистические теории. Усилилась тенденция к теоретизации знания, его математизации и кибернетизации.

3. В регионе технических наук возникла необходимость создания базовых наук.

65

5. Под воздействием НТР меняется организационная структура всей системы исследовательских учреждений, место и роль технических наук в общей системе науки.

Современные технические науки по мере усложнения исследуемых ими технических систем, несущих сложные социальные функции, сближаются в известном плане с общественными науками.

Необходимо отметить возникновение раздела социально-технических знаний, который нацелен на исследование технических устройств с точки зрения технико-экономических, инженерно-психологических, технико-эстетических, эргономических, экологических и других социальных характеристик.

- 1 См.: *Шеменив Г. И.* Логико-гносеологический анализ технического знания: Материалы годичной конференции Отделения Советского национального объединения историков естествознания и техники. Л., 1968; *Чешев В. В.* Взаимосвязь технических и естественных наук.— Учен. зап. Том. ун-та, 1968, № 70, вып. 4; и др.
- 2 Наиболее полную библиографию публикаций см. в кн.: Философско-методологические проблемы техники и технических наук. Основная советская литература (1918—1981 гг.). М., 1983.
- 3 *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд., т. 13, с. 497.
- 4 Там же, т. 23, с. 51—52.
- 5 Там же, т. 16, с. 195. 6 Там же, т. 23, с.

189.

⁷ *Боголюбов А. Н.* Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей. М., 1976, с. 6.

⁸ *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд., т. 47, с. 554.

⁹ *Боголюбов А. Н.* Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей, с.147.

¹⁰ *Маркс К.; Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд., т. 47, с. 554. ¹¹ *Боголюбов А. Н.* Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей, с. 175.

¹² Теория машин автоматического действия. М., 1970, с. 26.

¹³ *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд., т. 23, с. 388—389. ¹⁴ Известно, что в основу теории паровой машины был

положен принцип преобразования энергии пара в механическую работу.¹⁵ См.: История АН СССР: Технические науки. М., 1946.

66

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. Г. ГОРОХОВ, В. М. РОЗИН

Если сравнить современную инженерную деятельность с ее состоянием, скажем, во второй половине **XIX** столетия, то бросаются в глаза разительные изменения. И дело здесь не просто в количественном усложнении

инженерных объектов, увеличении числа их компонентов и связей, расширении объема научных знаний, используемых инженером.

Изменилась сама структура инженерной деятельности и задачи, которые в ней решаются.

Инженерное конструирование, опирающееся на одну или две научные дисциплины, сменилось разработками, включающими наряду с конструированием проектирование и внедрение, использующие знания самых различных наук. В настоящее время инженеры участвуют в создании не только технических, но и организационных, экономических,

экологических и даже социальных систем. При этом инженерная деятельность включается в системотехническую деятельность и системное проектирование'.

Изменение структуры инженерной деятельности и новые задачи, которые в ней решаются, делают необходимым методологический анализ этой деятельности, ее связей с наукой и производством. Однако эффективное исследование современного состояния инженерной деятельности невозможно без изучения ее истории и формирования. Именно в этом контексте сложилась потребность

проанализировать инженерию как бы заново, вернуться к ее истокам, рассмотреть процесс ее развития, определить ее специфику и место в современной культуре.

Предыстория инженерной деятельности

Противопоставление научного и технического мышления восходит еще к античным представлениям. В античности четко разводились теоретическая и практическая деятельности: «Целью теоретического знания является истина, а целью практического — дело»². Чтобы понять античное

отношение к науке и технике,
достаточно вспомнить, какую роль
тогда играли познание, мудрость.
Именно в античной культуре были
впервые сформулированы ценность и
реальность «чистой» науки. Причем
получение «знания ради знания»
рассматривалось как высшая форма
человеческой деятельности,
сравнимая лишь с высшим разумом
(богом). «...Из наук

67

считается мудростью та, которая
избирается ради нее самой и в целях
познания, а не та, которая
привлекает из-за ее последствий...» ³

Мудрость и знание культивировались и воспроизводились свободными людьми в эзотерических обществах, школах и академиях. Занятие наукой предполагало не только умение рассуждать, доказывать, вычислять, строить фигуры, но и обладание многими, неизвестными прежде способностями: желать все непознанное сделать познанным, уметь удивляться противоречиям и стремиться разрешить их («ибо вследствие удивления люди и теперь, и впервые начали философствовать, но тот, кто испытывает недоумение и изумление, считает себя

незнающим»⁴), получать удовольствие от познания, озарения, догадки и т. п. Техническое же действие осмысливалось в другой, практической или опытной, более низменной и приземленной реальности. Хотя вещи и машины выходили из рук ремесленников («людей опыта»), причины, которые ими двигали (достижение «блага»), и лежали в основании дела, знали только мудрые, т. е. те, **кто** владел знанием, наукой.

В античной культуре научное познание было направлено прежде всего на такую организацию знаний,

которая исходила из ограниченного числа «начал» (аксиом, постулатов, определений), позволяла снять противоречия и другие затруднения в мышлении, единообразно осмыслить существующий предметный материал. Сами же знания рассматривались уже как готовые, полученные в ходе наблюдений, размышлений, обобщений. Роль науки сводилась к установлению истины путем доказательств, решения проблем, проведения строгих рассуждений. В этом смысле практика и техника являлись лишь одним из источников знаний, не прошедших обоснование на

истинность, не получивших научной организации. Объекты техники не отождествлялись с «началами», «родами бытия», «причинами», лежали **как** бы в разных плоскостях. Поэтому практики редко обращались к науке. Между изготовлением вещей и машин и получением знаний в это время было мало общего. Античный техник и ремесленник были далеки от мысли, что знание может стать необходимым условием дела. Науку заменяли им традиция, опыт, ловкость рук, везение, наблюдательность, догадка.

Все же иногда ученые (философы) по какой-либо экстраординарной

причине отрывались от созерцания теорем, чисел и рассуждений и обращались к решению практических задач. Однако и в этом случае они сначала сводили практические задачи к теоретическим проблемам, анализировали

68

их и лишь затем, на основе полученных знаний давали практические рекомендации. Причем такая деятельность рассматривалась ими как второстепенное дело, как **игра**, не имеющая большой ценности.

Переход от знаний к практическим отношениям, выявляемым в реальном объекте, принадлежал всецело искусству. Он не был осознан и нормирован в самой научной деятельности. Такой переход происходил вообще, по-видимому, только в том случае, если знание удавалось рассмотреть в виде строгой модели объекта практического действия.

Характерный образец такого подхода содержится в работах Лрхпмеда. Например, его работа «О плавающих телах» построена строго в соответствии с научными нормами, сформулированными Платоном и

Аристотелем: выдвигаются аксиомы, на основе которых доказываются теоремы, при доказательстве последующих используется знание предыдущих теорем⁵. В этой работе не приведены описания практических моделей, наблюдений или опытов. Идеальная жидкость и погруженные в нее тела не ставятся в соответствие реальным жидкостям и телам. Если же понятия «жидкость» и «тело» не относить к объектам-оригиналам, а связывать только с идеальными объектами и процедурами развертывания теории, то такую теорию по способу построения невозможно отличить от

«Начал» Евклида. Тем не менее Архимед использовал эмпирические знания о реальных жидкостях и телах, осуществлял даже в определенной форме опыты. Во всяком случае, теория Архимеда, несомненно, связана с определенным эмпирическим материалом, который, хотя бы частично, детерминирует ее «границы». В учении о плавающих телах Архимед получил такие знания, которые в принципе могли бы быть рассмотрены в явной форме как технические модели, т. е. в плане их использования в практике построения судов. Однако он ничего

не говорит об этом и не обсуждает отношение построенных им теоретических описаний к реальным телам и жидкостям^В. У Плутарха мы находим: «Сам Архимед считал сооружение машин занятием, не заслуживающим ни трудов, ни внимания; большинство их появилось на свет как бы попутно, в виде забав геометрии... о вещах, доставивших ему славу... не пожелал написать ничего... считая сооружение машин и вообще всякое искусство, сопричастное повседневным нуждам, низменным и грубым...»⁷.

В конце Средних веков и в начале эпохи Возрождения взгляд на науку и отношение ее с практикой и техникой существенно меняется. Иначе стало трактоваться научное зна-

69

ние и его обоснование. Так, например, еще в схоластический период возникает проблема ассимиляции греческой науки и обрамляющих ее комментариев. Хотя все эти тексты были построены исходя из аристотелевских принципов «истинного мышления»,

тем не менее разные авторы и комментаторы об одних и тех же предметах формулировали часто противоположные высказывания. Опыт схоластической традиции показал, что самые сложные и ухищренные рассуждения не дают оснований для выбора и предпочтения каких-либо начал или систем знаний. Необходимо было найти какое-то другое основание, позволяющее производить такой выбор.

Уже Альберт Великий, Фома Аквинский, Роджер Бэкон, Вильям Оккам в качестве источника познания объявили вещи, предметы,

объекты. Несмотря на существенное различие философских концепций этих мыслителей, все они намечают примерно следующую схему получения истинных знаний. Одна линия познания, получившая у Роджера Бэкона название опытной, или экспериментальной, идет от вещей, которые воздействуют на органы чувств. Причем это воздействие может быть независимым от мышления или же подчиненным ему. В результате получают знания эмпирического порядка (интуитивные, наглядные и т. п.). Вторая линия познания состоит в переработке эмпирических

знаний в мышлении и интеллекте. В итоге получаются истинные научные знания, опирающиеся либо на уже имеющиеся, либо на предполагаемые эмпирические знания ⁸. Эта схема познания вполне удовлетворительно для того времени объясняла зависимость процедур получения теоретических знаний из эмпирических фактов.

Начиная с XIII в. наблюдение и эксперимент выдвигаются как одно из главных оснований оценки, выбора и получения научных знаний. <<Без опыта ничего нельзя познать в достаточной мере. Имеются ведь два

способа познания, а именно с помощью доказательства и из опыта. Доказательство приводит нас к заключению, но не подтверждает и не устраняет сомнения так, чтобы дух успокоился в созерцании истины, если к истине нас не приведет путь опыта... Следовательно, доводов недостаточно, необходим опыт»⁹. Постепенно меняется и понимание практики как независимой от знания и науки; на искусство и технику начинают смотреть как на действие и произведение, в основе которых лежит божественных замысел, план, постижение которого дело мудрости — философии и науки ". Однако и в

познании теоретическая чувственность отождествлена с опытом мистическим, причем последний предшествует непосредственному созерцанию". Таким образом, уже в средневековом сознании сходятся воедино научное знание («начала», «причины», законы) и практика («искусство», техника).

70

Однако в средние века еще не существовало инженерной деятельности в современном ее понимании, а скорее была техническая деятельность,

органически связанная с
ремесленной организацией
производства ¹². Жесткая цеховая
регламентация этой деятельности,
слабая специализация ремесел
внутри цехов, ограниченность
рынков сбыта, отсутствие стимулов,
заставляющих удешевлять и
увеличивать выпуск изделий,
незаинтересованность в развитии
технической базы определяли тогда
отношение к технике.

Происхождение инженерной деятельности

В эпоху Возрождения
ассимилируются многие взгляды и

представления средних веков, но им
придается иной смысл,
расставляются новые акценты:
постижение божественного замысла
начинает трактоваться в
познавательном плане — как
выявление в науке законов природы
(получение научных знаний), а
построение в соответствии с
законами природы технического
действия — как практический,
«инженерный» акт. В результате
архитектор и техник Нового времени
рассматривают природу, которая
описывается в философии и науке,
как объект своей практической
деятельности, а эту последнюю —

как искусство, подчиняющееся законам и действиям природы. «Отцом каждого искусства или техники был случай и познание; учителем их была практика и опыт; растут же **они** благодаря знанию и рассуждению» ¹³ .

В это время создается новая общественная среда, до известной степени преодолевается разрыв между кабинетной ученостью и голой практикой. С одной стороны, в науку приходят ремесленники, инженеры; с другой стороны, широко образованные люди начинают все более прислушиваться к голосу

практиков ". Появляются так называемые инженеры, выросшие, как правило, из среды ученых, обратившихся к технике, и ремесленников-самоучек, приобщившихся к науке ".

Быстрое развитие государственности и торговли стимулировали совершенствование военного дела, прежде всего фортификации и артиллерии, строительство гидротехнических и архитектурных сооружений, изготовление различных машин. Для осуществления этих видов деятельности уже недостаточно было традиционных ремесленных

навыков. Поэтому, решая технические задачи, первые инженеры и изобретатели обратились за помощью к математике и механике, из которых они заимствовали знания и методы для расчетов.

71

Расчетная деятельность как раз и связана с выявлением отношений, удовлетворяющих одновременно техническим требованиям и законам природы, описанным в науке. Однако наука того времени была малопригодна для решения этих новых задач. Для дальнейшего

развития техники требовалась новая наука.

Одним из творцов новой науки, ориентированной на технические нужды, является Галилей. Именно он установил отношения между научными знаниями и объектами практики. Галилей выбрал необычную для схоластической науки позицию: техники стали опираться на математические знания и модели. В то же время он критиковал ремесленную точку зрения на техническую деятельность, не учитывающую научных знаний и законов при сооружении машин. «Механики

часто заблуждаются, желая применить машины ко многим действиям, невозможным по самой своей природе». Главная причина этих заблуждений состоит в том, что техники «обманывают природу, не учитывая основы ее устройства»¹⁶. Подобная ориентация одновременно на инженерную практику и математическое знание (причем получаемое строго теоретически) в значительной мере предопределила направление развития галилеевских идей: теоретическое исследование траектории движения снаряда и было той исходной задачей, с которой Галилей начал свои исследования. Ее

постановка и решение стимулировались запросами нарождающейся инженерной практики (в данном случае связанной с развитием артиллерии).

Сопоставляя траекторию полета артиллерийского снаряда (криволинейное движение) с уже известными в геометрии кривыми и, в частности, со спиралью Архимеда, Галилей явно под влиянием архимедова метода приходит к мысли разложить движение снаряда на равномерное и естественно-ускоренное движение (свободное падение). Именно эта мысль, по-видимому, стимулировала его

стремление построить единую науку (теорию) о всех трех видах движения (криволинейном, равномерном и свободном падении). На первых этапах работа Галилея, по существу, не отличалась от архимедовой. Однако, приступив к построению теории свободного падения, он обнаружил, что сконструированные им модели и идеальные объекты не могут полностью объяснить эмпирические знания о свободном падении тел. Галилей стал не только усложнять и перестраивать эти идеальные объекты, но и решительно изменил философское представление о научной теории, и прежде всего о

характере и процедуре научного обоснования: он связал воедино теоретическое и опытное (экспериментальное) обоснования.

72

Согласно представлениям Галилея, модели и идеальные объекты теории должны объяснять не всю сумму знаний, относящихся к изучаемому объекту, а лишь те знания, которые получены в эксперименте. Именно в эксперименте объект, построенный в теории, сопоставляется с объектом-оригиналом. На основе выявленных различий, а также знания инженерных возможностей

определяются технические средства и устройства, позволяющие поставить оригинал в специальные условия, в которых он ведет себя в соответствии с теоретическими представлениями. Таким образом, в процессе эксперимента объект-оригинал преобразуется в «экспериментальный» объект, представляющий собой инженерную реализацию идеального объекта (построенного предварительно в теории).

Галилей расчленяет в знании реальный объект на две составляющие: одна точно соответствует идеальному объек-^

ДРУ^я трактуется как искажение идеального поведения объекта под воздействием различных факторов, например трения. Это дает возможность Галилею изменять реальный объект, практически воздействуя на него. В результате достигается нейтрализация его «нежелательных» свойств, которые мешают отождествить реальный объект с идеальным ". Таким образом, Галилей не только создал модель экспериментальной деятельности, но и подготовил почву для инженерной деятельности. Он показал, как строить научные знания, чтобы их можно было использовать в

технических целях.

Позднее Гюйгенс построил такие знания и, главное, продемонстрировал, как их использовать при решении технических задач. Фактически им была сформирована новая инженерная деятельность, опирающаяся, с одной стороны, на специально построенные научные знания, а с другой — на отношения параметров реального объекта, рассчитанных с помощью этих знаний. Инженерная задача, стоявшая перед Гюйгенсом, заключалась в необходимости сконструировать часы с изохронным

качением маятника, т. е. подчиняющимся определенному физическому соотношению (время падения такого маятника от какой-либо точки пути до самой его низкой точки не должно зависеть от высоты падения). Анализируя движение тела, удовлетворяющее такому соотношению, Гюйгенс приходит к выводу, что маятник будет двигаться изохронно, если он будет падать по циклоиде, обра-

73

щенной вершиной вниз". Открыв далее, «что развертка циклоиды есть также циклоида», он подвесил

маятник на нитке и поместил по обеим ее сторонам циклоидально-изогнутые полосы так, «чтобы при качании нить с обеих сторон прилегала к кривым поверхностям. Тогда маятник действительно описывал циклоиду»^{1в}.

Таким образом, исходя из технического требования, предъявленного к функционированию маятника, и знаний механики, Гюйгенс определил конструкцию, которая может удовлетворять данному требованию. Решая эту техническую задачу, он отказывается от

традиционного метода проб и ошибок, типичного для ремесленной технической деятельности, и обращается к науке. Гюйгенс сводит действия отдельных частей механизма часов к естественным процессам и закономерностям и затем, теоретически описав их, использует полученные знания для определения конструктивных характеристик нового механизма. Другими словами, он опирается на установленные Галилеем отношения между научным знанием (идеальным объектом) и реальным инженерным объектом. Но если Галилей показал, как приводить реальный объект в

соответствие с идеальным и, наоборот, превращать этот идеальный объект в «экспериментальную» модель, то Гюйгенс продемонстрировал, каким **образом полученное в теории и эксперименте соответствие** идеального и реального объектов использовать в технических целях. Тем самым и Гюйгенс, и Галилей практически осуществляли то целенаправленное применение научных знаний, которое и составило основу инженерного мышления и деятельности.

С методологической точки зрения специфическая особенность

инженерной деятельности,
сформировавшейся уже в это время,
состоит в следующем.

Для инженера всякий объект,
относительно которого стоит
техническая задача, с одной стороны,
выступает как явление природы,
подчиняющееся естественным
законам, а с другой — как орудие,
механизм, машина, сооружение,
которые необходимо построить
искусственным путем. Сочетание в
инженерной деятельности
«естественной» и «искусственной»
ориентации заставляет инженера
опираться и на науку, из которой он
черпает знания о естественных

процессах, и на существующую технику, где он заимствует знания о материалах, конструкциях, их технических свойствах, способах изготовления и т. д. Совмещая эти два рода знаний, инженер находит те «точки» природы и практики, в которых, с одной стороны, удовлетворяются требования, предъявляемые к этому объекту его употреблением, а с другой—

74

происходит совпадение природных процессов и действий изготовителя. Если инженеру удастся в такой двухслойной «действительности»

выделить непрерывную цепь процессов природы, действующую так, как это необходимо для функционирования создаваемого объекта, а также найти в практике средства для «запуска» и «поддержания» процессов в этой цепи, то он достигает своей цели ²⁰.

Дифференциация инженерной деятельности

Если на первых этапах своего развития инженерная деятельность была ориентирована на прямое использование естественнонаучных знаний и в ее осуществлении принимали участие многие ученые-

естествоиспытатели (пример такого участия мы рассмотрели выше, в творчестве Гюйгенса), то начиная с конца XVIII в. положение изменяется²¹. Во-первых, расчленяется научная деятельность, помимо ученых-теоретиков и ученых-экспериментаторов появляются специалисты в области технических наук и прикладных исследований, задача которых — обслуживание инженерной деятельности. Их появление связано прежде всего с необходимостью специального обучения инженеров и с возникновением высших технических школ²². Во-вторых,

происходит дифференциация самой инженерной деятельности, в которой обособляются сначала изобретение и конструирование, а затем и инженерное проектирование.

Инженерную деятельность, которую осуществлял, например, Гюйгенс, сегодня можно было бы назвать «изобретательской». В этой деятельности в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к работе механизма (часов), сначала устанавливалась принципиальная связь между определенным природным процессом, описанным в естественной науке (движение

маятника по циклоиде), и данными требованиями. Затем эта связь воспроизводилась (реализовывалась) с помощью имеющихся технических средств в виде конкретной конструкции («новый, до сих пор неизвестный способ подвешивания маятников»²³). Другими словами, инженер как бы изобретал новый принцип действия будущего инженерного объекта. При этом на первых этапах развития инженерной деятельности он не только анализировал возможность технической реализации того или иного закона природы, но и рассчитывал во всех деталях

соответствующую конструкцию инженерного объекта, а затем изготавливал и даже опробовал ее ²⁴ .

75

Однако уже в начале XIX в. конструирование инженерных объектов приобретает вид самостоятельной деятельности. Конструирование, как правило, начинается с того момента, когда кончается изобретательство, т. е. когда изобретение уже состоялось и инженер-изобретатель продемонстрировал опытный образец машины или механизма. Он свою задачу решил, но заказчик

остался неудовлетворенным: ему нужен не столько данный единичный, опытный экземпляр, сколько его вариации — подобные ему экземпляры с другими параметрами и характеристиками. Таким образом, для целей массового производства и варьирования технических характеристик необходимы дополнительные инженерные расчеты и учет ряда новых требований (простота и экономичность изготовления, удобство использования, соблюдение определенных габаритов и возможность применения стандартных или уже имеющихся

конструктивных элементов).

На основе опытного, единичного образца, в котором инженер-изобретатель установил принципиальную связь между природными процессами и их техническим воплощением, между назначением инженерного объекта и его конструкцией для класса подобных объектов, конструктор рассчитывает конкретные конструктивно-технические характеристики, учитывающие специфические условия его изготовления на данном производстве ²⁵.

Одни параметры инженерного объекта конструктору известны (они соответствуют выходным данным, кроме того, ряд условий и соотношений получены от изобретателя), другие же он должен определить сам. Расчет неизвестных параметров инженерного объекта предполагает не только знание методов расчета, исходных теоретических отношений (формул) и эмпирических констант, разрабатываемых в соответствующей технической науке, но и особое изображение конструируемого объекта на рабочих чертежах и монтажных схемах, по которым

ведется изготовление этого объекта на производстве.

Рассмотрим оба эти момента (формирование теоретических положений для расчетов и развитие средств изображения) подробнее. Именно эти процессы способствуют формированию, с одной стороны, технических наук, оказавших **огромное** влияние на инженерную деятельность, а с другой — ведут к выделению из изобретательской деятельности и конструирования инженерного проектирования.

В анализируемый период инженерная деятельность распространяется на большие классы технически сходных, однородных объектов (паровые машины, механические передачи, различные механизмы, позднее — электрические машины и радиотехнические устройства) и формируется типовая инженерная задача «синтеза—анализа». Анализ — это инженерная деятельность, направленная на теоретическое описание объектов, изготовленных техническим или инженерным путем. На этом этапе инженер-исследователь стремится получить

знания о таких объектах. При синтезе инженер должен рассчитать, спроектировать, изготовить объект, имеющий строго определенные характеристики (например, машину определенного веса, прочности и мощности). Синтез невозможен без знания отношений, связывающих известные, заданные инженеру параметры, которые он не может изменять по конструктивным или другим соображениям, с неизвестными параметрами. Выявление подобных отношений — одна из главных задач технической науки. Необходимо отметить, что и на этом этапе инженер, решая задачи

синтеза—анализа, мыслит свой объект и как конструкцию (машину, сооружение, устройство), и как явление природы, которое описывается в науке.

До возникновения технических наук знания отношений в инженерном объекте получались в прикладных разделах базовой фундаментальной науки. Когда же инженерная деятельность превратилась в массовую, получение данных отношений стало упрощаться за счет того, что новые случаи сводились не к идеальным объектам фундаментальной науки, а к уже

изученным случаям ²⁶. Выделенные при этом инвариантные параметры и характеристики инженерного объекта начали рассматриваться как объекты нового типа, поэтому именно к ним стали относить теоретические знания фундаментальной науки. Примерно так формировались первые объекты и знания технической науки — кинематические звено и цепь, электрический и колебательный контуры.

Теперь движение в теории технической науки происходит в двух слоях. Установка на решение

инженерной задачи синтеза— анализа позволяет в технической теории выделить определенный идеальный объект (например, построить схему кинематического звена и описать отношения между его параметрами) . Следующим шагом будет замещение его математической моделью (например, записью в виде математического уравнения). Операции с математической моделью (уже как с идеальным объектом математической теории) позволяют получить новый результат (математическое отношение), который проецируется на идеальный

объект технической теорий. Если действия с математической моделью не получаются, то предварительно может быть изменен сам идеальный

77

объект (например, в сложной кинематической цепи выделяются более простые самостоятельные цепи или звенья). Возможен многократный переход от преобразования математической модели к преобразованию идеального объекта и обратно. Важно, чтобы в конечном счете удалось получить отношения, нужные для решения задач синтеза—

анализа ".

Таким образом, развитие конструктивной деятельности приводит к формированию технических наук и знаний, которые, в свою очередь, видоизменяют процесс конструирования. В частности, расчетная деятельность постепенно превращается из простого приложения к техническим объектам формул и соотношений фундаментальной теории в сложный процесс, включающий построение математических моделей. Следствием развития конструирования является также формирование элементов

инженерного проектирования. Уже сама техника расчета и необходимость изготовления заставляют изобретателя строить в чертежах инженерный объект, его проекции, сечения, развертки. Они позволяют сравнивать конструируемый вариант инженерного объекта с прототипическим, т. е. созданным изобретением (а также одни варианты с другими), увязывать между собой несколько самостоятельных процессов функционирования или несколько самостоятельных конструкций (например, объединить в чертежах

механической передачи скорости вращения разных зубчатых колес, силы, которые на них действуют, нагрузки на оси и т. п.), наконец, продемонстрировать заказчику или рабочему особенности и характеристики создаваемого объекта. Например, в машиностроительной инженерной практике к концу XIX в. постепенно сложились многие проектные средства и приемы, вошедшие позднее в машиностроительное проектирование. Но на этом этапе еще отсутствует сквозная проектная проработка создаваемого инженерного объекта; синтез и

увязка отдельных процессов и конструкций осуществляются еще в значительной мере в материале, на изготавливаемом объекте.

Соответственно инженерное проектирование еще не рассматривается как деятельность, полностью отделенная от изготовления.

Однако уже к началу нашего столетия изготовление инженерных объектов становится массовой индустриальной деятельностью и поэтому в короткий срок приобретает ряд новых черт. Конструктор уже не может один контролировать и организовывать

изготовление машин и механизмов, он перепоручает это специальным инженерам, мастерам, рабочим. Кроме того, он перепоручает другим специалистам (чертежникам) изготовление чертежей и рисунков, оставляя за собой

78

лишь разработку исходной идеи и расчеты, т. е. наиболее творческий этап работы. В связи с этим происходит дифференциация чертежей: одни из них теперь используются специально для организации деятельности изготовления и адресуются

инженеру, мастеру и рабочему (так называемые рабочие чертежи), а другие — для разработки самих рабочих чертежей и адресуются чертежникам («эскизы», «перспективные» и «проектные» чертежи). Возникла также необходимость обучать изготовлению чертежей и рисунков, что повлекло за собой развитие и осознание сформировавшейся новой деятельности, получившей к этому времени название «проектирование»

2В

В отличие от инженерного творчества (каким оно сложилось в

XIX столетии), включающего конструирование и расчеты, но тем не менее опирающегося в своей основе на опыт изготовления и конструирования машин и механизмов в материале, проектирование целиком осуществляется на чертежах, с опорой на специальные знания в расчетно-конструктивной деятельности. Изготовление машин и механизмов в материале обособляется здесь в самостоятельный этап и перестраивается (технический объект создается по проекту, в котором уже решены все основные

вопросы — увязаны разнообразные требования к работе изделия, рассчитаны его параметры и характеристики, разработаны конструкции, определен внешний вид и т. п.). Проектирование позволяет:

- сразу представлять конечный или промежуточный «вид», схему машины или ее отдельных частей; выделять в эскизе или проекте только те элементы или стороны машины, которые интересны конструктору в том или ином отношении;
- осуществлять в целях оценки,

выбора и улучшения
варьирование плана, разреза,
сечения (в инженерной
деятельности варьирование
решений или просто
невозможно, или же
превращается в сложный и
дорогой процесс); объединять и
совмещать одни конструктивные
решения с другими, одни
функции и конструкции с
другими;

- подчинять более детальные и конкретизированные решения менее детальным, но более принципиальным (рабочие чертежи являются

конкретизацией и реализацией эскизов и основных проектных идей).

Именно эти моменты позволяют развертывать в проекте конструирование машины не только от элементов к целому (как в инженерной деятельности), но и от целого к элементам. Проектная «логика» конструирования позволяет организовать противоположно направленный творческий процесс (от начала к концу и от конца к началу), избежать «лишних» согласований отдельных решений (ориентируя сразу на и.ч-

объект (например, в сложной кинематической цепи выделяются более простые самостоятельные цепи или звенья). Возможен многократный переход от преобразования математической модели к преобразованию идеального объекта и обратно. Важно, чтобы в конечном счете удалось получить отношения, нужные для решения задач синтеза—анализа ”.

Таким образом, развитие конструктивной деятельности

приводит к формированию технических наук и знаний, которые, в свою очередь, видоизменяют процесс конструирования. В частности, расчетная деятельность постепенно превращается из простого приложения к техническим объектам формул и соотношений фундаментальной теории в сложный процесс, включающий построение математических моделей.

Следствием развития конструирования является также формирование элементов инженерного проектирования. Уже сама техника расчета и необходимость изготовления

заставляют изобретателя строить в чертежах инженерный объект, его проекции, сечения, развертки. Они позволяют сравнивать конструируемый вариант инженерного объекта с прототипическим, т. е. созданным изобретением (а также одни варианты с другими), увязывать между собой несколько самостоятельных процессов функционирования или несколько самостоятельных конструкций (например, объединить в чертежах механической передачи скорости вращения разных зубчатых колес, силы, которые на них действуют,

нагрузки на оси и т. п.), наконец, демонстрировать заказчику или рабочему особенности и характеристики создаваемого объекта. Например, в машиностроительной инженерной практике к концу XIX в. постепенно сложились многие проектные средства и приемы, вошедшие позднее в машиностроительное проектирование. Но на этом этапе еще отсутствует сквозная проектная проработка создаваемого инженерного объекта; синтез и увязка отдельных процессов и конструкций осуществляются еще в значительной мере в материале, на

изготавливаемом объекте.

Соответственно инженерное проектирование еще не рассматривается как деятельность, полностью отделенная от изготовления.

Однако уже к началу нашего столетия изготовление инженерных объектов становится массовой индустриальной деятельностью и поэтому в короткий срок приобретает ряд **новых** черт. Конструктор уже не может один контролировать и организовывать изготовление машин и механизмов, он перепоручает это специальным инженерам, мастерам, рабочим.

Кроме того, он перепоручает другим специалистам (чертежникам)

изготовление чертежей и рисунков, оставляя за собой

78

лишь разработку исходной идеи и расчеты, т. е. наиболее творческий этап работы. В связи с этим происходит дифференциация чертежей: одни из них теперь используются специально для организации деятельности изготовления и адресуются инженеру, мастеру и рабочему (так называемые рабочие чертежи), а другие — для разработки самих

рабочих чертежей и адресуются чертежникам («эскизы», «перспективные» и «проектные» чертежи). Возникла также необходимость обучать изготовлению чертежей и рисунков, что повлекло за собой развитие и осознание сформировавшейся новой деятельности, получившей к этому времени название «проектирование»

28 .

В отличие от инженерного творчества (каким оно сложилось в XIX столетии), включающего конструирование и расчеты, но тем не менее опирающегося в своей

основе на опыт изготовления и конструирования машин и механизмов в материале, проектирование целиком осуществляется на чертежах, с опорой на специальные знания в расчетно-конструктивной деятельности. Изготовление машин и механизмов в материале обособляется здесь в самостоятельный этап и перестраивается (технический объект создается по проекту, в котором уже решены все основные вопросы — увязаны разнообразные требования к работе изделия, рассчитаны его параметры и

характеристики, разработаны конструкции, определен внешний вид и т. п.). Проектирование позволяет:

сразу представлять конечный или промежуточный «вид», схему машины или ее отдельных частей; выделять в эскизе или проекте только те элементы или стороны машины, которые интересны конструктору в том или ином отношении; осуществлять в целях оценки, выбора и улучшения варьирование плана, разреза, сечения (в инженерной деятельности варьирование решений или просто невозможно, или же превращается в

сложный и дорогой процесс); объединять и совмещать одни конструктивные решения с другими, одни функции и конструкции с другими; подчинять более детальные и конкретизированные решения менее детальным, но более принципиальным (рабочие чертежи являются конкретизацией и реализацией эскизов и основных проектных идей). Именно эти моменты позволяют разворачивать в проекте конструирование машины не только от элементов к целому (как в инженерной деятельности), но и от целого к элементам. Проектная «логика» конструирования позволяет

организовать противоположно направленный творческий процесс (от начала к концу и от конца к началу), избежать «лишних» согласований отдельных решений (ориентируя сразу на изготовление), а также увязать и согласовать разнообразные требования, предъявляемые к машине и ее работе.

79

Если инженер озабочен установлением в машине прежде всего связи двух начал — природного и технического, то проектировщик не делает различия между этими

процессами. Для проектировщика эстетическая характеристика изделия, например, столь же ценна, как и природная, требования удобства и качества жизни столь же важны, как и требования конструктивные. Именно в проектировании впервые удовлетворяются разнообразные требования, предъявляемые к изделию, причем удовлетворяются быстро и эффективно. С этой точки зрения проектирование — первый и основной механизм в современной культуре, обеспечивающий связь производства с потреблением, заказчика — с изготовителем.

Однако, как мы старались показать, само проектирование было подготовлено инженерией, в частности оно опирается на установленные в инженерной деятельности соотношения между природными процессами и материальными условиями, их обеспечивающими, между функциями и конструкциями. Да и конечные цели инженера и проектировщика совпадают: их деятельность должна привести к готовому изделию (машине, механизму, техническому сооружению). Поэтому нет ничего удивительного в том, что с

формированием проектирования инженерия начинает использовать проектировочную деятельность в качестве средства.

Таким образом, дифференциация инженерной деятельности приводит к тому, что она распадается на ряд видов деятельности, и прежде всего на изобретение, проектирование и конструирование. В сферу инженерной деятельности попадает, кроме того, организация изготовления и внедрения инженерного объекта, его эксплуатация (операторская деятельность), а также оценка его функционирования. В то же время в

ее рамках осуществляются сегодня и так называемые инженерные исследования (в отличие от исследований, проводимых в технической науке). Последние включают пред-проектное обследование, научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчетов и т. д.

В развитой инженерной деятельности разделение труда заходит так далеко, что становится возможным различать **два** разных плана ее организации: «вертикальную» и «горизонтальную»

структуры. Вертикальная структура отражает **общую** последовательность работы и кооперацию осуществляющих их специалистов по инженерному исследованию, изобретению, проектированию, конструированию, изготовле-

80

нию и внедрению, эксплуатации и оценке функционирования инженерного объекта.

«Горизонтальная» структура инженерной деятельности связана с разделением усилий специалистов по типам компонентов и аспектов

инженерного объекта, которые требуют специфического подхода к их разработке.

Одной из первых областей, в которых наиболее рельефно проявились процессы дифференциации, была радиоэлектроника. В период после второй мировой войны произошло значительное усложнение инженерной деятельности в этой области, возросла ее связь с различными смежными отраслями техники. В создании радиоаппаратуры стали участвовать объединения коллективов, включающие, кроме специалистов по радиоэлектронике, металлургов,

химиков, математиков, физиков. В то же время происходило дальнейшее отделение инженерных работ от вспомогательных, разграничение работы проектировщиков и конструкторов и специалистов по технологии и производству радиоаппаратуры.

Особенность современного этапа развития заключается не столько в увеличении числа компонентов и связей инженерного объекта, сколько в том, что он стал представляться как целостная система, состоящая из разнородных элементов, процессов, связей и отношений. Разработка в инженерном объекте одних только

электрических и механических компонентов обуславливает существенное усложнение связей и ставит нелегкие проблемы синтеза знаний в процессе моделирования и теоретического объяснения функционирования этих компонентов в системе. Но объектом современной деятельности становятся также связи между человеком и машиной, экономические, организационные и даже социальные связи. Одним из показателей сложности современных инженерных объектов можно считать и то обстоятельство, что при их проектировании необходимо

учитывать окружающую среду.

Сложная дифференцированная структура современной инженерной деятельности обуславливает необходимость управления ею и организации составляющих ее деятельности в единое целое. Это приводит к интеграции отдельных ее частей в такие, например, комплексные виды, как системотехническая деятельность. Однако анализ такого рода инженерных разработок, выходящих за рамки традиционной инженерной деятельности,— тема особого исследования.

Традиционные области инженерной деятельности, такие, например, как машиностроение, радиотехника или электротехника, продолжают функционировать самостоятельно. В них используются главным образом знания технических наук

81

(иногда прикладных разделов естественных наук). Выработанные в определенной, соответствующей данной отрасли инженерной практики технической науке, практико-методи-ческие рекомендации, типовые расчетные

формулы, теоретические модели используются либо непосредственно в изобретательской и проектировочной деятельности, либо предварительно конкретизируются и дорабатываются в сфере инженерного исследования. Если в этом появляется необходимость, то проводятся дополнительные исследования или же определяется потребность в проведении таковых в технической науке. Однако основная их задача — определение возможности использования и сферы применения уже полученных результатов.

Продукты изобретательской

деятельности (изобретения, патенты) использует сначала проектировщик, разрабатывающий проект. Затем проект поступает на производство, где осуществляется его конструктивная доводка (включающая и разработку технологии изготовления) с учетом возможностей конкретного производственного процесса и имеющихся в наличии стандартных компонентов и материалов. В результате конструкторской деятельности изготавливается опытный образец, поступающий в массовое производство, которым руководят инженеры-изготовители.

Изготовленный инженерный объект поступает в сферу потребления, где он функционирует под контролем особого инженера-эксплуатационщика. Этот инженер осуществляет надзор за техническим обслуживанием и ремонтом оборудования, а также оценку его функционирования. Результаты оценки служат основанием для усовершенствования инженерного объекта, которое может продолжаться и в процессе его функционирования. Таким образом, инженерная деятельность образует замкнутый цикл, в котором включенные в него виды этой

деятельности взаимно обеспечивают друг друга в процессе достижения единой цели — создания инженерного объекта.

- 1 Подробнее см.: Инженерно-психологическое проектирование. М., 1970, вып. 2; Горохов В. Г. Наукоедческий анализ системотехнического знания.—В кн.: Системные исследования: Ежегодник. М., 1974; Розин В. М. Эволюция проектной культуры и форм ее осознания.— Тр. ВНИИТЭ. М., 1974, вып. 2.
- 2 Аристотель. Метафизика. М.; Л., 1934, с. 39.
- 3 Там же, с. 21.
- 4 Там же, с. 22.
- 5 См.: *Архимед*. Соч. М., 1962; *Лурье С. Я.* Архимед. М.; Л., 1945.

- 6 «Таково самосознание греческого теоретизма. Теория противопоставлена практике. Она предполагает выход в сферу абсолютного досуга, сосредоточенного в себе мысленного созерцания...» (Ахутин А. В. История принципов физического эксперимента. М., 1976, с. 103—104).

82

- 7 Плутарх. Сравнительные жизнеописания. М., 1961, т. 1, с. 391—393.
- 8 См.: Трахтенберг О. В. Очерки по истории западноевропейской средневековой философии. М., 1957.
- 9 Антология мировой философии. М., 1969, т. 1, с. 872—873.
- 10 «Так, вещь, изготовленная мастером, появляется в силу того, что имеется, конечно, совокупность приемов-предписаний (утвержденных, отчетливо определенных, алгоритмичных) по ее

изготовлению, но сам этот рецепт сохраняется в тайне, и, кроме того, в появлении вещи участвует тайное искусство мастера — превосходящий всякое предписание акт творения, вкладывающий в произведение его субстанциальную форму» (Ахутин А. В История принципов физического эксперимента, с. 122).

11 См.: Рабинович В. Л. Созерцательный опыт Оксфордской школы и герменевтическая традиция.— Вопр. философии, 1977, № 7, с. 138.

12 Инженерная же деятельность обусловлена регулярным применением научных знаний и появлением мануфактурного и машинного производства.

13 Альберти. Десять книг о зодчестве. М., 1935, т. 1, с. 49.

14 См.: Григорьян А. Т., Зубов В. П. Очерки

развития основных понятий механики. М., 1962, с. 129.

15 Они «принадлежали к числу тех импровизированных инженеров, которые в те времена за отсутствием настоящих инженеров устанавливали водяные и ветряные мельницы, насосы и фонтаны, производили необходимые починки в механизмах и руководили их конструкцией. Эти лица знали обыкновенно арифметику, отчасти и механику, умели чертить проекты, вычислять скорость и силу механизмов» (Кулише? И. М. История экономического быта Западной Европы. М.; Л., 1926, т. 2, с. 302).

16 Галилей Г. Избр. труды. М., 1964, с. 8.

17 До Галилея научное исследование по античному образцу мыслилось как получение знаний об объекте, который всегда рассматривался как неизменный. Никому не приходило в голову

практически изменять изучаемый реальный объект (в этом случае он мыслился бы как другой объект). Ученые, напротив, старались так усовершенствовать теоретическую модель, чтобы она полностью описывала поведение реального объекта.

18 Такому выводу предшествовали специальные исследования по теории механики. Однако Гюйгенс при этом не забывает и своей конечной цели. «Для изучения его (маятника) природы я должен был произвести исследование о центре качания... Я здесь доказал ряд теорем... Но всему я предпосылаю описание механического устройства часов...» (Гюйгенс Хр. Три мемуара по механике. М., 1951, с. 10).

19 Там же, с. 12—33, 79, 91

20 Например, Гюйгенс смог показать, что изохронное движение маятника может

быть обеспечено конструкцией, представляющей собой развертку циклоиды. Падение маятника, видоизмененное такой конструкцией, вызывало естественный процесс, адекватный как научным знаниям, так и инженерным требованиям к механизму часов.

- 21 Об этом свидетельствует, в частности, большой интерес к техническим проблемам академий наук на первых порах своего возникновения (XVII—XVIII вв.). «Просматривая выборочно протоколы Ко-

КОМПОНЕНТЫ ЗНАНИЯ В МИРЕ ТЕХНИКИ

В. Л. ГЛАЗЫЧЕВ

Отождествление знания вообще с одним лишь научным знанием является атрибутом современной культуры, замороженной размахом научно-технического прогресса.

Родившись внутри обособлявшегося к концу XIX столетия института науки, в становлении которого эта установка сыграла значительную формирующую роль, она легла в основу позитивистской философии, а позже, отделившись и от последней, та же сциентистская установка была

ассимилирована популярной культурой. Уже через посредство механизмов культуры эта установка оказывает и сегодня мощное, растущее давление на сферу специфических занятий: управление, прогнозирование, планирование, диагностику, проектирование и конструирование.

Этот сложный процесс практически ничем не грозит собственно науке, так как разворачивается вне ее, но отождествление научного знания и вообще знания способно оказывать и уже оказывает сдерживающее воздействие на развитие перечисленных выше «искусств».

Разумеется, мы не подвергаем сомнению необходимость для деятельности в сфере названных «искусств» опираться на научное знание. Речь идет о том, что императив опоры на научное знание никоим образом не означает совпадения деятельности в планировании или проектировании с научной ни по содержанию, ни по формам.

Тем не менее сциентистская установка, проникая в сферу «искусств», реально порождает стремление выстроить некий упорядоченный текст, способный, во-первых, исполнять, так сказать,

обязанности науки по отношению к данному «искусству», и, во-вторых, перестроить содержание нормативно описываемой этим текстом деятельности таким образом, чтобы оно или совпало с научной, или максимально приблизилось к таковой. Естественно, что конструирование такого текста осуществляется по образцам, заданным наукой в от-

99

ношении сферы научного знания. Такой текст может отвечать требованию логической упорядоченности, но и в этом случае

нет гарантий того, что исследование действительного содержания интеллектуальной работы в предмете данного «искусства» не будет замещено конструированием целеполагаемой модели, которая может быть даже полностью независима от действительного содержания деятельности, остающегося нераскрытым.

Материал заполнения подобной условной схемы достаточно произволен'. Это могут быть элементы теории информации, аппарата теории множеств, факторного анализа, семиотики или праксеологии, взятые по отдельности

или соединяемые непредъявленным образом,— в любом случае осуществляется подбор средств по аналогии, опирающейся на невысказанный постулат тождественности знания и научного знания.

В то же время практическая необходимость совершенствования каждого конкретного «искусства», сталкивающегося с новыми задачами, не имеющими прототипических решений (образцов) ², порождает целенаправленную деятельность по упорядочению того знания о

содержании и формах, идеалах и принципах, методах и средствах данного «искусства», которое накапливается субъектом деятельности в синкретической форме так называемого внутреннего опыта.

Подобная работа по упорядочению первоначально сугубо интуитивного знания осуществляется через специфический процесс самопознания субъекта деятельности, что предопределяет как достоинства, так и недостатки результатов. Мы вправе говорить о достоинствах, так как субъекту деятельности дан опыт

непосредственного усмотрения ее содержания, принципиально скрытого от внешнего наблюдателя. Мы обязаны говорить о недостатках, поскольку суждения о содержании деятельности, высказываемые ее субъектом, формируются в случайном наборе понятий и не свободны от деформирующих содержание внутреннего опыта влияний распространенных концепций, школ и научной моды.

В связи со сказанным философское рассмотрение знания, порождаемого «искусствами», наиболее ярко проявляющими себя в мире современной техники, приобретает

несомненный интерес. Естественно, что попытка такого рассмотрения существенно облегчена в том случае, если первичная рефлексия субъекта деятельности в данном «искусстве» уже подвергнута им самим теоретико-методологической обработке и принимает форму эскизной модели деятельности в данном «искусстве», модели знания, порождаемого этой деятельно-

100

бтью. В течение пятнадцати лет осуществляя параллельный процесс экспериментального проектирования (на материале архитектуры и

дизайна) и методологического анализа проектирования, автор считает допустимым в рамках статьи представить лишь некоторые результаты, опуская как описание названного процесса, так и доказательства его логической разрешенности, опубликованные ранее ³ .

* * *

Уже название статьи обозначает ясно, что мы исходим из рабочей гипотезы многокомпонентности знания в мире техники, замещая этой рабочей гипотезой представление о синкретическом «техническом

знании». Выросший исторически из единого «техне», мир техники до сих пор лишен определенности по содержанию и формируется как своеобразное совмещение трех миров: науки, практического действия и искусства. Поскольку каждый из этих миров обладает автономностью от мира техники и как сфера деятельности, и как объект познания, они, разумеется, не могут считаться его компонентами. В то же время только такое представление о знании в мире техники, мы полагаем, можно считать адекватным его содержанию, которое будет в состоянии отразить Эту изначальную

тройственность симметричным образом.

Поиск так очерченного представления приводит к необходимости четко определить возможные позиции рассмотрения мира техники и выбрать среди них оптимальную для темы исследования.

Мир техники может рассматриваться как сфера деятельности (по отношению к другим сферам деятельности); как материал и контекст (по отношению к субъекту деятельности) ; как область решения задач (по отношению к другим

областям решения задач). Первый способ рассмотрения не продуктивен, так как мир техники не ограничен от других сфер деятельности с необходимой четкостью: в машине или машинной системе практически невозможно отделить продукт деятельности ученого, конструктора и дизайнера; техника изображения трехмерного объекта в ортогональных проекциях в равной степени принадлежит инструментарию производителя строительных работ и архитектору-оформителю; в стандартах связаны воедино результаты научных исследований и ограничения,

накладываемые практически действием.

101

Второй способ рассмотрения чрезвычайно затруднен тем, что мы не располагаем целостным представлением о субъекте в мире техники, сталкиваясь лишь с множеством субъектов, осуществляющих множество, очевидно, разнородных действий. Так, нам чрезвычайно трудно установить тождественное и различное в работе технолога и конструктора, архитектора и прогнозиста, диагноста и

изобретателя. К тому же объективно даны лишь опредмеченные результаты действий: машины, машинные и пространственные системы, нормы, стандарты, патенты, проекты. Основная же масса «айсберга» деятельности представлена в неизбежно деформированной и фрагментарной форме описаний.

Рассмотрение мира техники в виде области решения задач, как представляется, позволяет осуществить некоторое упорядочение знания, создаваемого и обращающегося в мире техники, поскольку задача здесь обладает

доказуемой специфичностью по отношению к научной, художественной и практической.

В самом деле, объект технической задачи, будь то предметная система или опредмеченный процесс (технология), есть искусственный действительный объект, но не текст, не изображение, не формула или иная знаковая система, которые в зависимости от назначения относятся или к миру науки, или к миру искусства. Наличие упорядоченных процедур идеализации и формализованного языка их фиксации, напротив, сближает техническую задачу с

научной и (не в столь строгой форме) художественной, но четко отличает ее от задачи практического действия.

Продукт решения задачи в принципе воспроизводим в точности, подобно результату научного исследования, но в отличие от результата художественного творчества. В то же время неприменимость критерия истинности к результату решения технической задачи качественно отличает ее от научной, сближая с художественной, где критерий эффективности принимает форму художественной выразительности. Мир техники как область решения задач является потребителем знания,

формируемого наукой и искусством, пользователем умений, складывающихся в мире практического действия, и — в отличие как от науки, так и от искусства — решения технических задач (предметные или процессуальные системы) включаются в мир практического действия непосредственно.

Тот очевидный факт, что и в сфере науки, и в сфере искусства решаются и собственные (вспомогательные) технические задачи, никоим образом не опровергает их содержательной специфичности по отношению к

исследовательской — в первом случае и художественной задаче — во втором.

102

Установив специфику задачи, решаемой в мире техники, сделаем попытку свести ее совокупное содержание к содержанию обособленной задачи, включая в это содержание переход «задание — решение» и обеспечивающие осуществление этого перехода условия.

Множественность переходов от задания к решению,

демонстрируемая всей историей техники (к примеру, в создании колесных средств передвижения), а также множественность единовременно формируемых решений одного и того же задания (например, ряд принципиально различающихся вариантов конструкции высоконапорной плотины), возможность обучать нахождению ряда решений для одного задания в учебном проектировании — все это заставляет предположить, что построение перехода «задание — решение» строится неопределенным множеством путей и каждый раз

обеспечивается специфическим по содержанию и формам знанием. Будь иначе, мы обнаружили бы опытным путем формируемое утверждение «идеального» решения для одной задачи, что убедительно опровергается историей техники как развивающегося мира.

В то же время в отличие от мира науки, где множественность ответа на те же фундаментальные проблемы всякий раз «снимается» по мере развития знания, в отличие от мира искусства, где множественность решений составляет самую его сущность и лишь накапливается по мере его эволюции, наконец, в

отличие от мира практического действия, где множественность решений не поддается определению, — в мире техники парадоксальным образом совмещаются и вытеснение прежнего решения новым, и одновременная равная эффективность различных новых или и старых и новых решений. Так, равноэффективны синхронные по времени готическая и ренессансная схемы перекрытия больших пролетов; равноэффективны для различных социально-культурных, природно-климатических и экономических условий линейная, решетчатая и «свободная»

планировочные схемы городов;
создание систем кондиционирования
воздуха отнюдь не делает
устаревшими сегодняшние попытки
возрождения античной техники
стимулирования естественной
циркуляции воздуха в жарком
климате и т. п.

Указанная парадоксальность мира
техники заставляет предположить,
что необходимым условием
обеспечения неопределенной
множественности переходов
«задание — решение» является
наличие в обеспечивающем знании
трех компонентов, в особом, снятом
виде отражающих' в себе миры

науки, искусства и практического действия. Введем для этих

103

компонентов наименования: аналитический, проектный и конструктивный. Несколько огрубляя, можно охарактеризовать первый как обеспечивающий для перехода «задание — решение» содержательный контакт с миром науки, второй — с миром искусства, а третий — с миром практического действия. При этом под содержательным контактом мы имеем в виду не только установление связи использования миром техники

накопленного знания и
практического опыта, но и
погружение технической задачи в
целостный контекст культуры,
формирующий особое смысловое
поле задачи и обеспечивающий ему и
интеллектуальную, и
эмоциональную напряженность.

Каким бы образом ни
моделировалось смысловое поле
задачи в каждом конкретном случае
осуществления перехода «задание —
решение», какое бы содержание ни
приняли в этом случае
аналитический, проектный и
конструктивный компоненты знания,
решение задачи должно вовлекать

содержательное представление о ее объекте в некую систему взаимодействий между методом, средствами и организацией процесса решения. Несводимость и невыводимость этих элементов системы решения по отношению друг к другу задает смысловому полю задачи очевидную неоднородность, тогда как равнозначимость введенных нами проектного, конструктивного и аналитического компонентов знания препятствует установлению между элементами иерархических взаимоотношений. Иными словами, мы получаем ситуацию, полностью

соответствующую критериям использования, принятым для так называемой взаимно-каузальной логики', что открывает перед настоящим направлением исследований интересные перспективы последовательного упорядочения и формализации.

Для достижения большей наглядности воспользуемся условной схематизацией взаимоотношений между перечисленными ранее элементами решения технической задачи и компонентами знания в мире техники (рис. 1).

Разумеется, данная схематизация —

лишь одна из возможных, но нам важно заметить, что путем несложных преобразований она может быть преобразована так, чтобы отображать исторически прошедшую ситуацию (неотчлененность метода от средств при их слиянии в синкретические методические предписания, характерные для мира техники до нового времени) и возможные будущие ситуации (обособление от элемента «метод» элементов «способ» и «методика»). Для целей нашего рассуждения эти трансформации важны лишь как возможность, существенными же

являются образование и интерпретация сущностных связей, представленных на схеме наглядно: объект (метод; объект) — средства; средства (организация; метод) — организация.

104

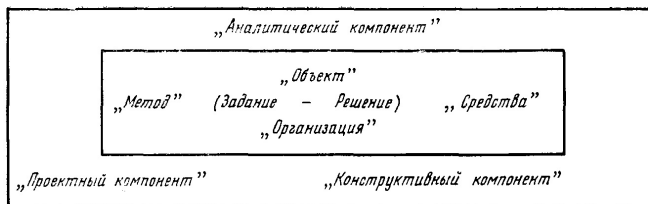


Рис. 1

Каждая из перечисленных связей, как представляется, имеет принципиальное значение для

осуществления перехода «задание — решение» в процессе решения задачи, тогда как характер построения этих связей и взаимоотношения между ними определяются формой взаимодействия между проектным, аналитическим и конструктивным компонентами знания. В самом деле, связь между объектом и методом является и обратной, и нелинейной, хотя широко распространены представления о том, что объект детерминирует выбор метода. Гораздо правильнее утверждать их взаимную детерминированность, так как метод во многом предопределяет

различение объекта и характер его описания. Названная связь управляет определением типологической принадлежности объекта технической задачи и соответственно — выбором метода решения.

Так, например, представление об объекте «жилое здание» мгновенно утрачивает однозначную определенность, как только метод проектирования по прототипам замещается методом поискового проектирования. Изменение это столь резко, что меняется само понятие для объекта: жилой комплекс, хабитат, «жилая единица» и т. п. В свою очередь, новое

определение объекта вызывает формирование проектного образца методом свободного поиска, вслед за чем подключается метод оптимизации и, наконец, осуществляется возврат к методу проектирования по образцам ⁵ .

Связь между объектом и средствами решения технической задачи также лишена однозначности: в зависимости от типологической определенности объекта в задании и его интерпретации по связи объект — метод осуществляется отбор средств моделирования, но в зависимости от

адекватности используемых или создаваемых вновь средств модельное представление объекта в решении может радикально преобразоваться. Так, при тождественном исходном представлении объекта (в задании) как системы машин для обеспечения технологического процесса использование аппарата геометрической комбинаторики порождает трехмерную модульную сетку, в которую вписываются кинематические и иные схемы отдельных машин и узлов;

использование же аппарата художественно-проектного моделирования формирует целостное представление о производственной среде, обеспечивающей оптимальное протекание коллективного трудового процесса в данных конкретных условиях.

Связь между средствами и организацией управляет выбором форм взаимодействия между ролями, исполняемыми специализированными персонажами деятельности в процессе решения задачи. Так, в зависимости от того, какие средства (например,

художественно-проектные или расчетные) становятся определяющими на данной стадии преобразования «задание— решение», с очевидностью меняется персонаж, играющий роль лидера в общем процессе работы над технической задачей.

Наконец, связь между организацией и методом формирует программу взаимодействий между содержанием задачи и необходимыми для ее решения знаниями и умениями. К примеру, до формирования сферы дизайна решение задач в конструировании машин осуществлялось без осознанного

установления соответствия
результата актуальному состоянию
обыденной культуры, т. е. без учета
представлений потенциального
использователя о желаемом качестве
продукта. Соответственно метод
художественного проектирования не
использовался в решении
технических задач. Аналогично
ускоренное решение социальной
задачи развертывания индустрии
домостроения в 50-х годах вызвало
вытеснение традиционных методов
архитектурного проектирования
комбинаторными и расчетными на
два десятилетия.

Перечислив и кратко охарактеризовав

связи между объектом, методом, средствами и организацией в процессе решения технической задачи, мы получаем возможность показать, каким образом взаимодействие проектного, конструктивного и аналитического компонентов знания в мире техники может оказывать влияние на заполнение перечисленных связей конкретным содержанием.

Осуществленное ранее замещение целостных сфер науки, искусства и практического действия аналитическим, проектным и конструктивным компонентами не означает вытеснения

первых за рамки рассуждения. В совокупности — и по отношению к миру техники в целом, и по отношению к обособленной технической задаче — сферы науки, искусства и практического действия образуют внешнюю целостность, которую мы можем определить как «контекст культуры». Относительно обособленную за счет обособленности мира техники целостность образуют аналитический, проектный и конструктивный компоненты. Эту целостность мы будем называть

«контекстом деятельности».

Наконец, совокупность связей между объектом, методом, средствами и организацией мы охарактеризуем как «методологический контекст» задачи.

В каждом из этих обобщений, как мы полагаем, можно установить особый характер взаимодействия компонентов знания. Каждый из введенных формальным образом компонентов приобретает теперь специфическое содержание «конфигуратора» смыслового поля задачи в мире техники, превращаясь в основание того или иного подхода к решению технической задачи.

Различение подхода и деятельности имеет для нас принципиальное значение: не нарушая автономность деятельности в ее содержании, подход лишь определяет позицию субъекта деятельности к ней самой и к объекту, детерминируя тем самым и установление ситуативной иерархии между компонентами знания.

Употребляя понятие «подход» в указанном смысле, мы получаем возможность определить проектный, конструктивный и аналитический подходы к решению задачи и тем самым—к формированию ее смыслового поля. Проектный подход к решению задачи есть организация

ее смыслового поля по отношению к «контексту культуры»; конструктивный—по отношению к «контексту деятельности»; аналитический — по отношению к «методологическому контексту».

Иными словами, независимо от подхода в смысловое поле задачи всегда оказываются вовлечены те же компоненты знания, но всякий раз один из них выступает по отношению к другим как первичный, иницирующий, предопределяющий предметное наполнение связей между объектом, методом, средствами и организацией решения задачи.

Продemonстрируем вышеуказанное различие конфигурирования смыслового поля задачи по подходу на характерной и одновременно общепонятной по основному содержанию задаче реконструкции существующего города.

Формирование смыслового поля задачи есть неизбежно результат особых процедур понимания исходного задания, зависящих от осознанного или интуитивного выбора одного из названных подходов, и в огрубленном виде оно может быть представлено в виде следующих вариантов.

Вариант 1. Иницилирующим выступает конструктивный подход, и развертывание задания осуществляется через соотнесение его содержания с «контекстом деятельности» в мире практического действия. Смысловое поле задачи формируется в этом случае за счет синтеза экономгеографических характеристик данного города: виды производства и необходимые для их обеспечения ресурсы рабочей силы различной квалификации; потребности в энергии и природных ресурсах; системы обслуживания потребностей расчетного числа

жителей и т. п. Формирование взаимозависимостей между этими нормативными характеристиками в заданных пределах материально-технических затрат подчиняется закономерно принципу минимакса — минимизации сложности и максимализации утилитарной эффективности на единицу затрат.

Естественно, что в рамках конструктивного подхода факт длительного исторического существования данного города выступает как техническая характеристика, указывающая наличие устарелых транспортных систем, инженерных коммуникаций

и жилого фонда,— в общем виде — как одно из расчетных условий, в ценностной трактовке — как недостаток, подлежащий исправлению.

Конструктивный подход не означает отказа от рассмотрения объекта в «контексте культуры» и «методологическом контексте», они лишь принимают вид специфических факторов понимания объекта. Так, давление первого вводит в число ограничений необходимость учета ценности города как собрания памятников, сокращающую степень свободы манипулирования с объектом. Осознание же роли

второго дополняет решение задачи системной организацией взаимодействий между различными видами конструктивной деятельности с учетом экологических и социотехнических ограничений.

Вариант 2. Иницилирующим становится аналитический подход, и результатом развертывания исходного задания становится замещение исходного объекта «город» особым объектом — моделью взаимодействия между конструктивным и проектным подходами, описанием системы деятельности по реконструкции

города. Очевидно, что в этом случае первичными оказываются характеристики видов деятельности и обеспечивающих их знаний, а также системный анализ разрыва между совокупностью требований к объекту «город», формируемых миром обыденной культуры. Здесь же формируется представление об адекватности интеллектуальных средств, которыми располагает деятельность как в проектном, так и в конструктивном подходе к задаче, содержанию задачи.

108

Продуктом работы над задачей в

рамках аналитического подхода становится особого рода методологический проект организации решения задачи, принимающий для конструктивного и проектного подходов форму вторичного задания по объекту «город».

Вариант 3. Иницилирующим выступает проектный подход. При соотнесении объекта с «контекстом культуры» осуществляется развертывание исходного задания за счет охвата исто-рико-ландшафтных характеристик существующего города в их специфичности и системы значений, которые несут на себе эти

характеристики, с одной стороны, и идеальные представления о городской среде, присущие обитателям города в данный момент времени, — с другой.

Результатом решения задачи в этом случае оказывается проект желаемого состояния объекта, и именно этот проект принимает на себя функцию задания для деятельности в рамках конструктивного подхода.

На основании накопленного опыта* мы имеем основания утверждать, что приведенным выше абстрагированным вариантам

соответствует действительная организация работы с существующим городом, фиксируемая в значительной исторической перспективе.

Так, примером работы по конструктивному подходу мы в равной степени можем считать реконструкцию Рима после пожара 64 г. н. э., реконструкцию Твери в конце XVIII в., Ташкента — после землетрясения 1968 г. В то же время реконструкция Москвы после наполеоновского пожара, Амстердама — в XVIII столетии, Варшавы — с 1944 г. могут служить наглядными примерами

деятельности в рамках проектного подхода, тогда как работы по реконструкции Болоньи в 60-х годах нашего века или составление Генерального плана развития Москвы 1971 г. могут с большим или меньшим приближением иллюстрировать применение аналитического.

Универсальность различения подходов прослеживается с той же четкостью на материале создания машин и машинных систем или бытовой техники. В рамках конструктивного подхода формируется весь технокомплекс вплоть до 20-х годов нашего

столетия, частью (космическая техника, к примеру) — и в наши дни. В рамках проектного подхода в настоящее время формируется практически весь комплекс бытовых вещей и приборов, подавляющая часть транспортного, промышленного и лабораторного оборудования. Продолжающим развиваться аналитическим подходом охвачены до настоящего времени преимущественно сфера автоматизированного производства и организация крупнейших многоотраслевых программ.

Какой бы объект мы ни рассматривали — создание эталона прибора или серийной бытовой вещи, или формирование среды для специфического взаимодействия людей (например, в процессе обучения), — все варианты взаимодействия обнаруживаются как сосуществующие.

Различение названных вариантов при всей его ограниченности позволяет нам продвинуться к различению природы знания, включаемого в развивающийся мир техники, в зависимости от подхода к задаче.

Анализ практики градостроительного, архитектурного и дизайнерского проектирования позволяет установить, что каждый из подходов стимулирует субъекта деятельности по решению технических задач к формированию корпуса знания специфическим образом. Проектный подход находит себе опору в типологии форм использования предметных систем, в отработке процедур развертывания исходного задания за счет «контекста культуры». В свою очередь, отработка средств создания проекта как вторичного задания для последующей деятельности

формирует установку на критику исходного задания с позиции ценностной трактовки культурного контекста и сам объект (предметная система) мыслится как средство развития этого контекста.

Конструктивный подход опирается на типологию параметризованных свойств целеполагаемой предметной системы и развертывает исходное задание путем обогащения его содержания за счет «контекста деятельности». Соответственно вторичное задание для последующей деятельности означает критику исходного с точки зрения материально-технических условий

его реализации оптимальным образом. Аналитический подход формирует себе опору в типологии форм взаимодействия между конструктивным и проектным, и здесь развертывание исходного задания может трактоваться как его критика с позиций достаточности знаний и умений для оптимального решения технической задачи.

Перемещение акцента рассмотрения на проблемы знания позволяет нам выявить специфическое содержание введенных в рассуждение компонентов:

Проектный подход — проектный

компонент: развернутое знание о «контексте культуры» для решений произвольной технической задачи, о средствах использования этого знания.

Конструктивный подход — конструктивный компонент: знание о «контексте деятельности» (образцы, нормы, параметры, критерии), о средствах или нормативных процедурах его использования.

110

Аналитический подход — аналитический компонент: знание о

«методологическом контексте»
(средства организации системы
деятельности).

В первом случае преобразованный
объект предстает как связь:
пользователь — предметная система
— пользователь; во втором:
предметная система — пользователь
— предметная система; в третьем:
деятельность — предметная система
— деятельность.

Различение подходов можно
проводить все более тонко,
последовательно включая в поле
зрения специфику социо-
технической организации

взаимодействия субъектов деятельности и специфику методологической организации взаимодополнительных средств деятельности. Но здесь нам достаточно того, что путем нескольких преобразований мы заместили синкретическое представление о знании в мире техники представлением о различных компонентах знания, надстраиваемых над специфическими подходами к осмыслению задания, пониманию объекта и организации смыслового поля задачи, ориентированной на практическое преобразование или

создание объекта.

Важно также, что именно акцентировка различия подходов и соответствующих им компонентов знания позволяет сосредоточить внимание на проблеме их кооперации в решении технической задачи. Тот факт, что подобное кооперирование с очевидностью совершается в практике решения технических задач, нисколько не облегчает понимания ни того, какими способами оно осуществимо, ни того, какими метаязыковыми средствами оно обеспечено.

И все же, как представляется,

проведенное в схематическом виде различение трех компонентов знания в мире техники обладает значительным конструктивным потенциалом для философского и методологического осмысления последнего. В самом деле, поскольку проектный, конструктивный и аналитический компоненты знания суть специфические отражения миров искусства, практического действия и науки, которые в философии нового времени рассматриваются, как правило, обособленно, возникает представление о принципиальной возможности диалектического

«восстановления» утерянного единства «техне» уже не в непосредственной практике, а в знании о ней.

111

Если выявленные выше проектный, конструктивный и аналитический подходы представлены в практике и в значительном количестве текстов (в более или менее явном виде), то названные нами компоненты знания суть особые «идеальные» тела, которые никоим образом не могут быть отождествлены с фрагментами корпуса знаний, соотнесенного сегодня с решением технических

задач. Именно это наталкивает нас на предположение, что знания, используемые в проектировании, конструировании и аналитическом исследовании их взаимодействия, в скрытом виде представляют собой различные сочетания названных нами компонентов. Через использование трехкомпонентного знания деятельность проектирования включает операции как конструирования, так и анализа; конструирование — проектирования и анализа; анализ — и проектирования, и конструирования.

Наше рассуждение строилось на принципиальном равноправии

компонентов знания в мире техники в силу равнозначности конструктивного, проектного и аналитического подходов к технической задаче. В то же время мы подчеркивали, что в рамках деятельности, выстраиваемой по тому или иному подходу, устанавливается специфическая иерархия компонентов знания. В практике нового времени эта уравновешенность отсутствует, что, естественно, отразилось и в господствующих представлениях о природе знания в мире техники. Как конструктивный, так и аналитический подход к решению

технических задач породили уже обширную литературу описания деятельности решения задач и знания, обеспечивающего эту деятельность, в категориях, присущих именно данному подходу и отражающих его специфику. Независимо от того, на каком из названных подходов делается основной упор (в настоящее время это, безусловно, аналитический, в связи с экспансией системотехники и идей системного проектирования на различные области деятельности), проектный подход оказывается вытесненным на периферию мира техники, а проектный компонент

знания — невыявленным.

Представляется важным подчеркнуть, что и конструктивный, и аналитический подходы, свободные от представления о проектном или стремящиеся к его полному поглощению ⁷, практически неизбежно порождают или технократическую позитивистскую интерпретацию мира техники и деятельности в нем, или своего рода методологический телеологизм. Как в первом, так и во втором случае происходит «освобождение» деятельности от понимания роли контекста культуры для развития

мира техники. В известном смысле можно утверждать, что технократические интерпретации и их обоснования представимы как попытки поглощения и тем самым устранения автономности проектного компонента знания и соответственно проектного подхода.

112

Восстановив в правах третий компонент знания, мы получаем одновременно возможность выявить как сложную природу деятельности и знания в мире техники, так и взаимодействие проектного, конструктивного и аналитического

подходов в логико-историческом анализе становления мира техники и в прогностическом анализе возможных направлений его развития ⁸. В наших руках оказывается, таким образом, новый инструмент понимания деятельности в мире техники в контекстах культуры, деятельности и знания.

Представленное нами рассмотрение трехкомпонентного содержания знания в мире техники при акцентировании значения «утерянного» проектного компонента позволяет в принципе анализировать эвристическую и

конструктивную деятельность в «искусствах», где социотехническая или исследовательская задача трактуется как техническая.

Деятельность в мире техники, знание в мире техники в отличие от традиционно исследуемых науки, искусства, социальной практики развивались без философской рефлексии — соответственно рефлексивный анализ представлен в мире техники исчезающе малым образом. Преодолеть эту традицию, заложенную еще в греческой античности возможно сегодня именно через развитие философско-методологических исследований,

вырастающих из непосредственной рефлексии по поводу деятельности решения задач в мире техники.

Статья имеет целью обозначить это складывающееся в последнее время направление и зафиксировать его конструктивный характер.

- ¹ В рамках статьи нет нужды подробно рассматривать несколько десятков известных нам попыток осуществить схематически обрисованный выше набор процедур построения «наук». Сошлемся на работы в областях эстетического восприятия (*Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966*); художественного конструирования (*Основы технической эстетики. М., 1970*); машинного проектирования (*Тригорьев Э.*

П. Теория и практика машинного проектирования объектов строительства. М., 1974); теории архитектуры (*Иванов К. И. Архитектура как жизненная среда и как система.*—В кн.: Вопросы теории архитектуры. М., 1976).

2 См.: *Раннопорт А. Г.* Проектирование без прототипов.— В кн.: Разработка и внедрение автоматических систем в проектировании. М., 1975.

3 См.: *Глазычев В. Л.* Эксперимент и его осмысление в художественном проектировании.—В кн.: Художественное и научное творчество. Л., 1972; *Он же.* Включение художественной деятельности в систему проектирования.—В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973; *Он же.* Организация архитектурного проектирования: (Вопр. теории). М., 1978.

⁴ См.: Магумата М. Тпе ер1э1ето1о81са1
геуогойоп. Рп^одте апД ге-с;ргоса1 саиза!
1о§;с,— Рийц-ез, 1978, уо1. 10, N 3.